tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 50 – nr. 4 – 1985

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en - verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Bestuur
Dr. M.E.J. Jeuken, voorzitter
Ir. C.B. Dekker, secretaris
Ir. A.A.Dogterom, penningmeester
Ir. H.B. Groen
Prof.Ir. O.W. Memelink
Dr. G.W.M. van Mierlo
Dr. Ir. P.P.L. Regtien
Dr. Ir. H.F.A. Roefs
Dr. Ir. A.J. Vinck , programmacommissaris

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbarellidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl.60.-per jaar.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

Toestemming tot overnemen van artikelen of delen daarvan kan uitsluitend worden gegeven door de redactiecommissie. Alle rechten worden voorbehouden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 60,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

Redactiecommissie
Ir. M.Steffelaar, voorzitter

Ir. L.P.Ligthart

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

Onderwijscommissie
Ir.J.H. van den Boorn, voorzitter
Dr.Ir. E.H. Nordholt, vice-voorzitter
Ir. R. Brouwer, secr./penningmeester

Coding for yield and performance improvement of memories.

Dr.ir. A.J.Vinck
University of Technology, Eindhoven.

We consider the application of several coding techniques for yield and performance improvement of memories with defects. It is shown that coding increases the yield of a production process. Furthermore, we also illustrate that the application of coding increases the Mean Time Before Failure of a memory system. As an example we use the (7,4) Hamming code, and a 64k-4 bit memory.

Introduction

One of the important parts of a computing system is the memory. There is a tendency in producing large memory systems on one chip. This is possible due to improvements in process technology and clever circuit design that lead to high packing densities. Obviously, packing density has its limits. A high packing density may cause defects in memory cells. Fig. 1 gives a schematic representation of the generic memory defect model.

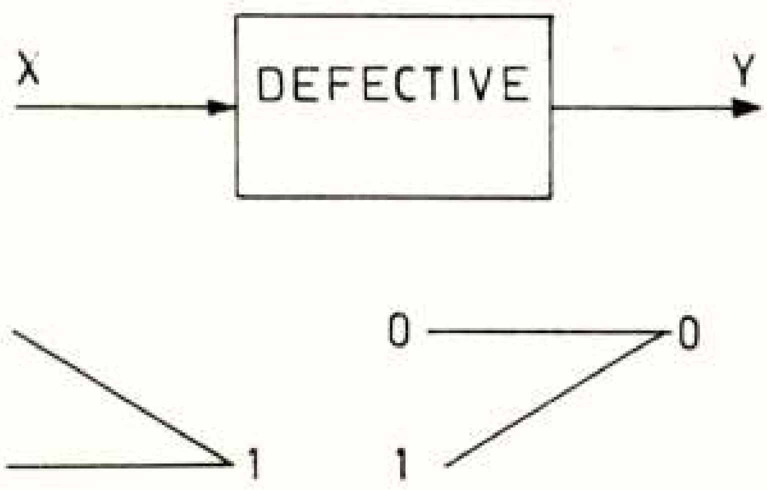


Fig.1. Memory defect model.

A binary random variable X is stored into the cell during the writing cycle. In the reading cycle we obtain the binary variable Y, which in the ideal situation always equals X. We distinguish, see Fig. 1, between 0-defects and 1-defects, i.e. between defective cells that always produce a "0" or a "1", respectively, when being read. We assume that only the writer is able to determine the location and value of a defect. Suppose that a memory cell is defective with probability p. Then the probability of an error free chip goes to zero as the number of cells increases. If N denotes the number of memory elements of size n, then the chip error probability is given by

$$p(\text{chip error}) = 1 - \text{prob (all memory elements correct)}$$
$$= 1-((1-p)^n)^N$$

The yield of a production process is the fraction of good chips. In Fig. 2 we give the yield for several values of N,n and p.

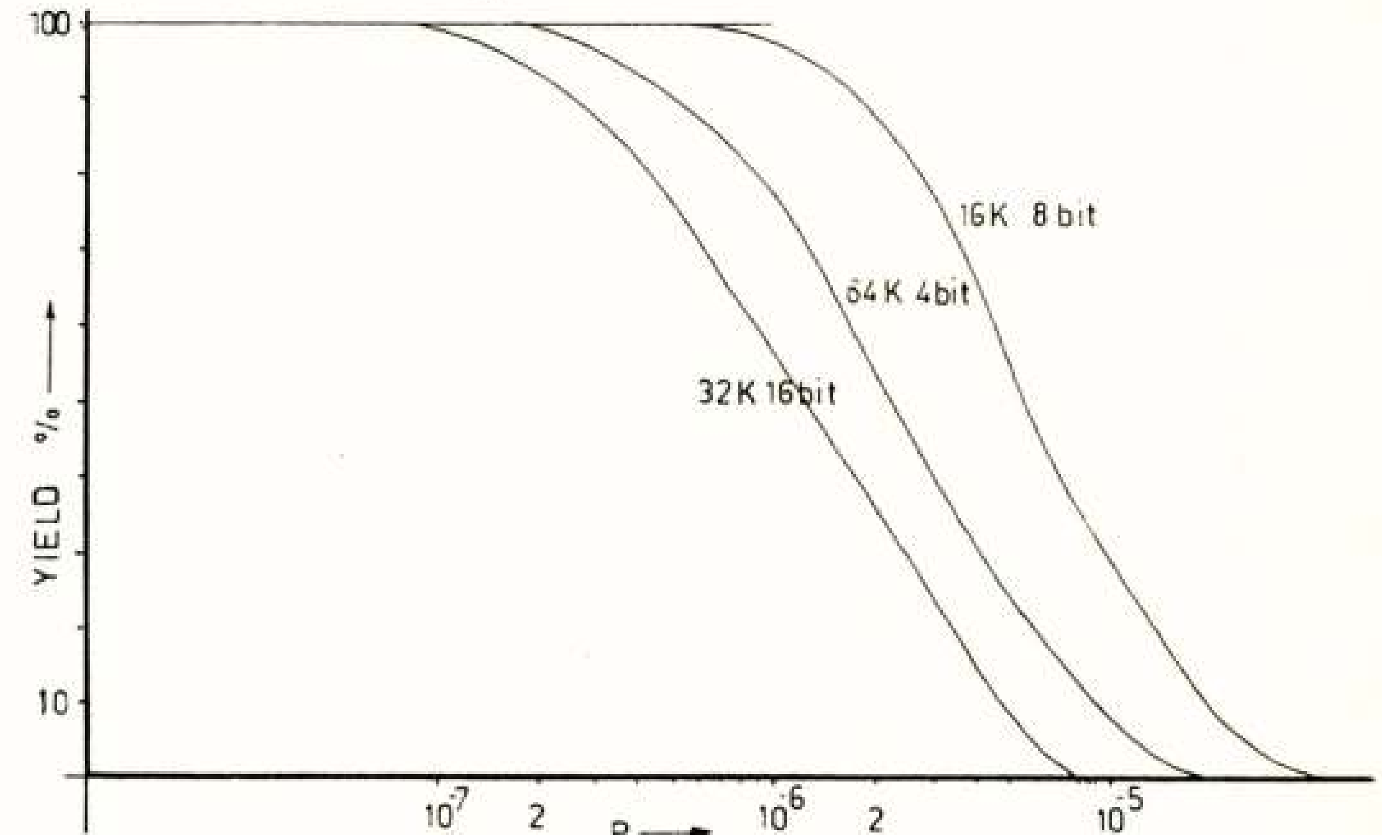


Fig. 2. Fraction of good chips as a function of p.

In order to have an acceptable yield, the manufacturer sometimes adds redundant good spare rows and/or columns in addition to redundancy for testing. Fig. 3 gives a possible implementation for row substitution.

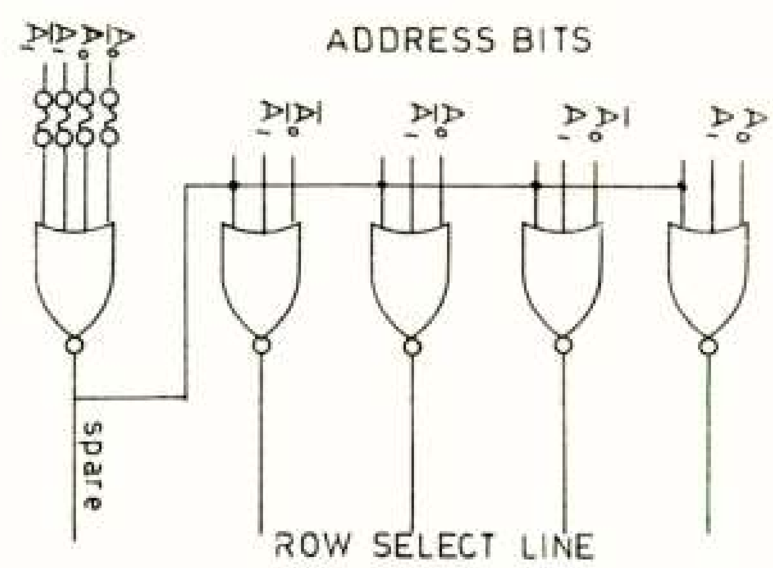


Fig. 3. Spare row substitution.

The average number of defective rows is given by

$$f=(1-(1-p)^n).N$$

In Fig. 4 we illustrate the relation between f and p for several values of N and n.

By using Chernoff bounding techniques [1], one can calculate the probability that the fraction of defective rows exceeds the fraction of spare rows. From this we can calculate the yield of a process.

One of the drawbacks of the above substitution method is the need of testing and repair facilities. In the

[2] it is possible to store messages at an efficiency of $R=k/n\leq 1-p$ (p is fraction of defects). We will show that this is indeed possible in certain cases.
We first explain an optimal strategy if there is only one defective cell per word of 5 cells. As mentioned before, 4 cells can be used to store information. Hence, per word we must be able to store one out of 2**4 messages. These messages are numbered from 0 to 2**4-1=15. The strategy is as follows:

- A message m is encoded by the codeword $\underline{x}=(0,m_1,m_2,m_3,m_4)$.
- From $\underline{x}$ we form $\bar{\underline{x}}=(1,\bar{m}_1,\bar{m}_2,\bar{m}_3,\bar{m}_4)$, where $\bar{m}$ is the inverse of m.
- If m is to be stored in the memory, then we first look whether $\underline{x}$ can be stored error free (i.e. defective cells must match with $\underline{x}$). If not, then the vector $\bar{\underline{x}}$ must match, as each symbol is inverted.

The encoding complexity is proportional to a write/read cycle plus an additional write instruction if $\underline{x}$ does not fit. Note that this strategy can be extended to arbitrary length. The efficiency remains optimal.

The efficiency of the above strategy translated into production efficiency is given by

$$R(5,4)=\frac{4}{5}((1-p)^5+5p(1-p)^4)^{64k},$$

and can be found in Fig. 10.
The above example is a specific case of additive coding. The general additive coding scheme can be found in [2]. We proceed by looking at the problem of two defects per word. The codeword $\underline{c}$ to be stored is called defect compatible if it can be stored without any changes, i.e. the components of a codeword agree with the value of the 2 defects. The codeword $\underline{c}$ itself depends on the defects and the message m.
We first construct a codematrix for which any pair of defects is present in some row. The construction is as follows:

1) take all binary (2a-1) tuples of weight (a) as columns of the codematrix.
2) add the all zero row to the matrix
3) select $\lceil \log 2a \rceil$ columns such that all rows of the $2a*\lceil \log 2a \rceil$ submatrix are different. ($\lceil\ \rceil$ is round off upwards).

ad 1). If we compare two arbitrary columns, then it contains at least the combinations (01), (10) and (11) in one of the rows. This can be concluded from the fact that a column of length (2a-1) has more than halve ones, and hence there must be some overlap between two specific columns. Together with 2) we see that any pair of defects is present in some row.
ad 3). First take $2**\lceil \log 2a \rceil$ different rows of length $\lceil \log 2a \rceil$. The columns all have an equal number of zero's and ones. By deleting complementary pairs of rows, except for the all zero and all ones row, the equal weight property remains valid. We may delete until (2a) rows are left, with the property that all columns have (a) ones. As this is part of the matrix construction, we place this submatrix in front of the original matrix by column permutations. Note that each row is uniquelly specified by the first $\lceil \log 2a \rceil$ digits. This property plays an important role in the sequel.
To be more specific we consider the case where a=3. The code matrix has 6 rows and 10 columns. For our 64k-4bit system we shorten each row to length 7, i.e.

$$C=\left[\begin{array}{ccc|cccc} 0&0&0&0&0&0&0\\ 0&0&1&0&1&1&0\\ 0&1&0&1&0&1&1\\ 1&1&0&0&1&0&1\\ 1&0&1&1&0&0&1\\ 1&1&1&1&1&1&0 \end{array}\right]$$

Note that any defect of multiplicity 2 in a vector of length 7 can be found in a row of C. This property will be used in the encoding of m. Secondly, the first 3 digits uniquelly specify each row of C. The message m is represented by the vector.

$\underline{x}=(0,0,0,m_1,m_2,m_3,m_4)$.

Hence, $\underline{x}$ selects one out of 16 messages and the efficiency of the code is 4/7. Now, suppose that $\underline{x}$ is not defect compatible in two of its components. Then we look for a rowvector $\underline{c}(\underline{x},d)$, such that

$\underline{c}=\underline{x}\oplus\underline{c}(\underline{x},d)$

is defect compatible. The sign $\oplus$ means component wise modulo-2 addition. The constructed vector $\underline{c}$ is stored instead of $\underline{x}$.
Decoding is done as follows. The vector $\underline{x}$ has 3 all zero initial components. Hence, the decoder (reader) knows which row of C is used in order to make $\underline{x}$ defect compatible. This row is added (mod-2) to $\underline{c}$ and the last 4 components specify m again. For, $(\underline{x}\oplus\underline{c}(\underline{x},d))\oplus\underline{c}(\underline{x},d)=\underline{x}$.
Suppose that we would like to store the message (1101) as $\underline{x}$=(0001101) and the memory has a stuck-at-1 defect in the third position and a stuck-at-0 defect in the fourth position. The encoder adds modulo-2 the vector $\underline{c}(\underline{x},d)$= (1011001) to $\underline{x}$ and stores $\underline{c}$=(1010100). The decoder sees as three initial components (101), and adds the vector (1011001) to $\underline{c}$, which results in a decoded vector $\underline{x}$=(0001101) and message (1101).
The production efficiency of the 2-defect method is given by

$$R(7,4)=4/7((1-p)^7+7p(1-p)^6+\binom{7}{2}p^2(1-p)^5)^{64k}.$$

and can be found in Fig. 10.

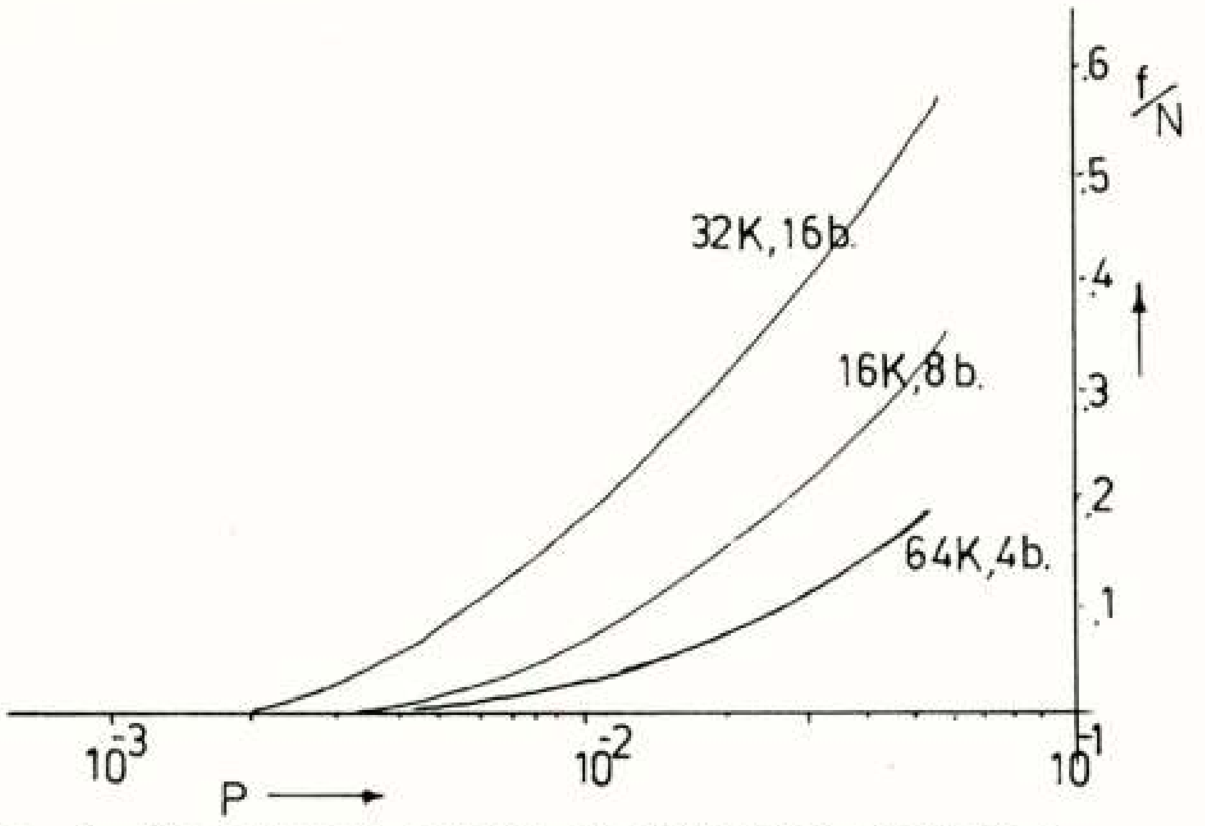


Fig. 4. The average number of defective rows as a function of p.

sequel we discuss the application of coding techniques for the improvement of yield and performance. These techniques can be incorporated in the chip design or build in on a separate circuit. As an illustration of the power of coding we use a 64k-4 bit word memory chip.

Coding

DEFECTS AS RANDOM ERRORS

In this chapter we discuss the application of coding to protect 4 bits of information against defects (hard) and/or random (soft) errors.

We first study the performance of the (7,4) one error correcting Hamming code. This code stores 4 information bits together with 3 parity digits. Hence, the word length is extended to contain 7 memory cells. The input/output relation is given in Fig. 5, where we assume modulo-2 arithmetic.

$(i_1,i_2,i_3,i_4) \longrightarrow$ [Hamming encoder] $\longrightarrow (i_1,i_2,i_3,i_4,P_1,P_2,P_3)$

$$(i_1,i_2,i_3,i_4)\begin{bmatrix}1&&&&1&1&1\\&1&&&0&1&1\\&&1&&1&0&1\\&&&1&1&1&0\end{bmatrix}=(i_1,i_2,i_3,i_4,P_1,P_2,P_3)$$

Fig. 5. (7,4) Hamming encoding.

The error correcting capability of the code is determined by the minimum distance between any two codewords. The distance between two codewords is the number of components in which the two codewords differ. By inspection one can verify that the minimum distance of the above code is 3. A possible decoder implementation is to make a comparison between a word read from memory and one of the 16 possible stored words. There are faster decoding algorithms available.

The decoder decodes the word that is closest in distance to the word that is read. If one single error is made, then the decoder is able to give the correct word as output. For, the distance between the received word and the correct word is one, whereas the distance to any other possible word is at least two.

If two or more errors occur, then the decoder is misleaded, and gives the wrong word as output. In Fig. 6 we give an example of a single and a double error. If we apply this (7,4) Hamming code to our defect problem, then a chip is regarded as bad if there is a word with 2 or more defects.

stored 1 0 0 0 1 1 1   distance to:

16 possible codewords

	0 0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 1 1
1 0 0 0 1 1 1	1 ← min	2
0 1 0 0 0 1 1	2	1 ← min
0 0 1 0 1 0 1	2	3
0 0 0 1 1 1 0	2	3
1 1 0 0 1 0 0	4	5
1 0 1 0 0 1 0	4	3
1 0 0 1 0 0 1	4	3
0 1 1 0 1 1 0	3	4
0 1 0 1 1 0 1	3	4
0 0 1 1 0 1 1	3	2
1 1 1 0 0 0 1	5	4
1 1 0 1 0 1 0	5	4
1 0 1 1 1 0 0	5	6
0 1 1 1 0 0 0	6	5
1 1 1 1 1 1 1	4	5

Fig. 6. Distance table for one and two specific errors.

Hence, the efficiency of the production process is given by

$$R(7,4)=\frac{4}{7}((1-p)^7+7p(1-p)^6)^{64k},$$

where the factor $(\frac{4}{7})$ stems from the fact that only $(\frac{4}{7})$th of the total surface is used to store the 4 bits of information. The performance of this scheme can be found in Fig. 10. The advantage of the code is that it can correct 1 defect (hard) or one so called soft error that may occur later.

The code of Fig. 5 can be extended with one column such that the minimum distance is four instead of three. This means that the code changes from a one-error correcting code into a one-error correcting- two-error detecting code.

Characteristic for the above method is that errors are corrected after a word is read from memory. We will show that performance can be improved if we take into account the knowledge of defects in a word before storing.

DEFECTS IN A WORD ORGANIZED MEMORY.

Suppose that it is possible, for instance by testing, to determine the location and value of a defective cell within a word. Then, according to Kuznetsov and Tsybakov

The above coding strategy can be generalized. The problem is to minimize the initial number of zero's for a given codeword length and defect multiplicity. It can be shown that there exists a coding matrix C that facilitates utilization of the fraction (1-p) of non-defective memory cells. If we do not know the position of the defects in advance, then a fraction p/2 read errors will occur. From classical information theory it then follows that the amount of information that can be stored error free is less than $1-h(p/2)$ bits per memory cell, where $h(.)$ is known as the binary entropy function. Note that when $p=1/2$, we can store at most $1-h(1/4)=.18872$ bits per memory cell. The remaining fraction of non-defective memory is necessary to inform the reader about the location of the defects. If we use a generalized additive coding scheme, we can store $(1-p)=1-\frac{1}{2}=.5$ bits per memory cell, an improvement of a factor 3.
We also give some computer results for 3-defect correcting matrices. In table 1, N is the length, M the number of rows of the codematrix and r the maximum number of digits needed to specify each row.

Table 1

Computer results for 3-defects

N	4	5	8	12	13	16	20
M	8	10	12	16	18	21	25
r	3	4	4	4	5	5	5

For N=4,5 the code matrices are

$$N=4;\quad \begin{matrix} 0&0&0&0\\ 0&0&1&1\\ 0&1&0&1\\ 0&1&1&0\\ 1&0&0&1\\ 1&0&1&0\\ 1&1&0&0\\ 1&1&1&1 \end{matrix} \qquad N=5;\quad \begin{matrix} 0&0&0&0&0\\ 0&0&0&1&1\\ 0&0&1&0&1\\ 0&1&0&0&1\\ 0&1&1&1&0\\ 1&0&0&0&1\\ 1&0&1&1&0\\ 1&1&0&1&0\\ 1&1&1&0&0\\ 1&1&1&1&1 \end{matrix}\ .$$

We minimized the number of rows. Sometimes a shorter prefix uniquelly specifies a row, see for example N=5 and row 3,4,5,6,7,8. If all vectors are used with the same frequency, then the code rate is 0.32 instead of 0.2 as follows from r=4 and N=5. This method can be further elaborated to yield better results, especially for short codeword lengths.
In general one can construct a t-defect compatible matrix with 2^r rows and n columns as follows. Each row is uniquelly specified by the first r components. The remaining elements are made by an honest coin tosser. Let there be (a) defects in the initial r components and b=t-a in the second part, see Fig. 9.

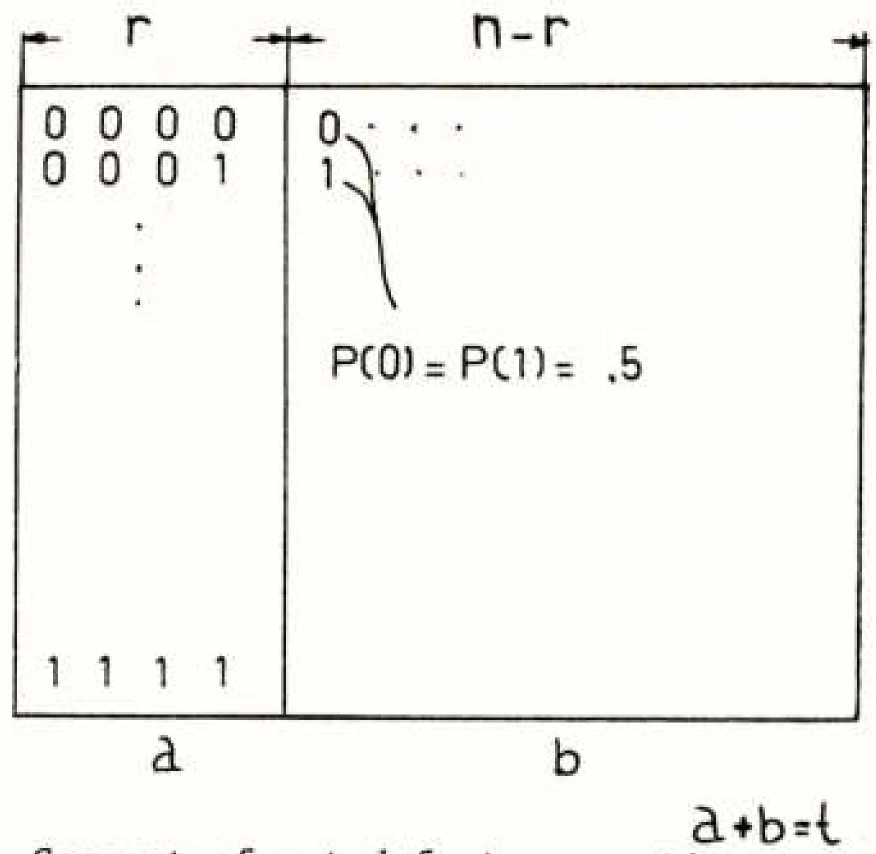


Fig. 9. Concept of a t-defect correcting matrix.

For the given t-defect there are 2^{r-a} rows candidate for being defect compatible, for (r-a) initial components are still free to choose. The probability that there is no row of the specific set defect compatible is

$$p(d)=(1-2^{-b})^{2^{r-a}},$$

and

$$\ln p(d)=(2^{r-a})\ln(1-2^{-b}) < 2^{r-a}.-2^{-b} = -2^{r-t}.$$

The number of different t-defects is $\binom{n}{t}.2^t$, thus the error probability

$$p(\text{error})<\binom{n}{t}.2^t.e^{-2^{r-t}} = e^{-2^{r-t}+\ln\binom{n}{t}2^t}.$$

Now, $(n-r)=\log(\text{number of possible messages})\triangleq\log M$. The p(error) goes to zero if $-2^{r-t}+\ln(2^t\binom{n}{t}).\ 2^{\varepsilon n}=0, \varepsilon>0$. This implies that

$$\log M \leq n-t-\log\ln(2^t\binom{n}{t})-\varepsilon n,$$

or

$$\frac{\log M}{n}\triangleq R\leq 1-\frac{t}{n}-\frac{\log\ln(2^t.\binom{n}{t})}{n}-\varepsilon.$$

If t/n=p, then the last term goes to zero with n going to infinity.

DEFECTS AND RANDOM ERRORS.

We will now give a simple example of a 1-defect and 1-random error correcting code. The defects are known before writing, the random errors not.
Observe that in Fig. 5, the information input vector (1111) gives rise to a codevector (1111111). Then, observe that the 1-defect correcting strategy is equivalent to adding the vector (1111111) to x if it is not defect compatible. Combination of the two is possible as follows. Use only the components m_1, m_2 and m_3 to encode the information. The component m_4 is normally equal to zero, but is set automatically to one if the all ones codeword is added modulo-2 to the encoded information.

Suppose, for example we would like to store the message (110) and the memory has a stuck-at-1 defect in the third position. The encoder encodes this information as (0011011). If in time a random error occurs, then by normal minimum distance decoding this error can be corrected, for (0011011) is a regular codeword. Note that this coding scheme is also able to correct two defects as the second defect can be treated as a random error. Performance of this scheme is determined by the probability that more than 2 defects occur in a word.

$$R(7,3)=(3/7)*((1-p)^7+7p(1-p)^6+\binom{7}{2}p^2(1-p)^5)^{64k},$$

where the factor 3/7 follows from the information rate.

In Fig. 10 we combine the calculations for all previous schemes. It can be observed that in the coded case there is still an acceptable yield. The efficiency is reduced by a factor equal to the code rate. Hence, for high defect probabilities, where we use long codeword lengths, there is a positive yield but low efficiency.

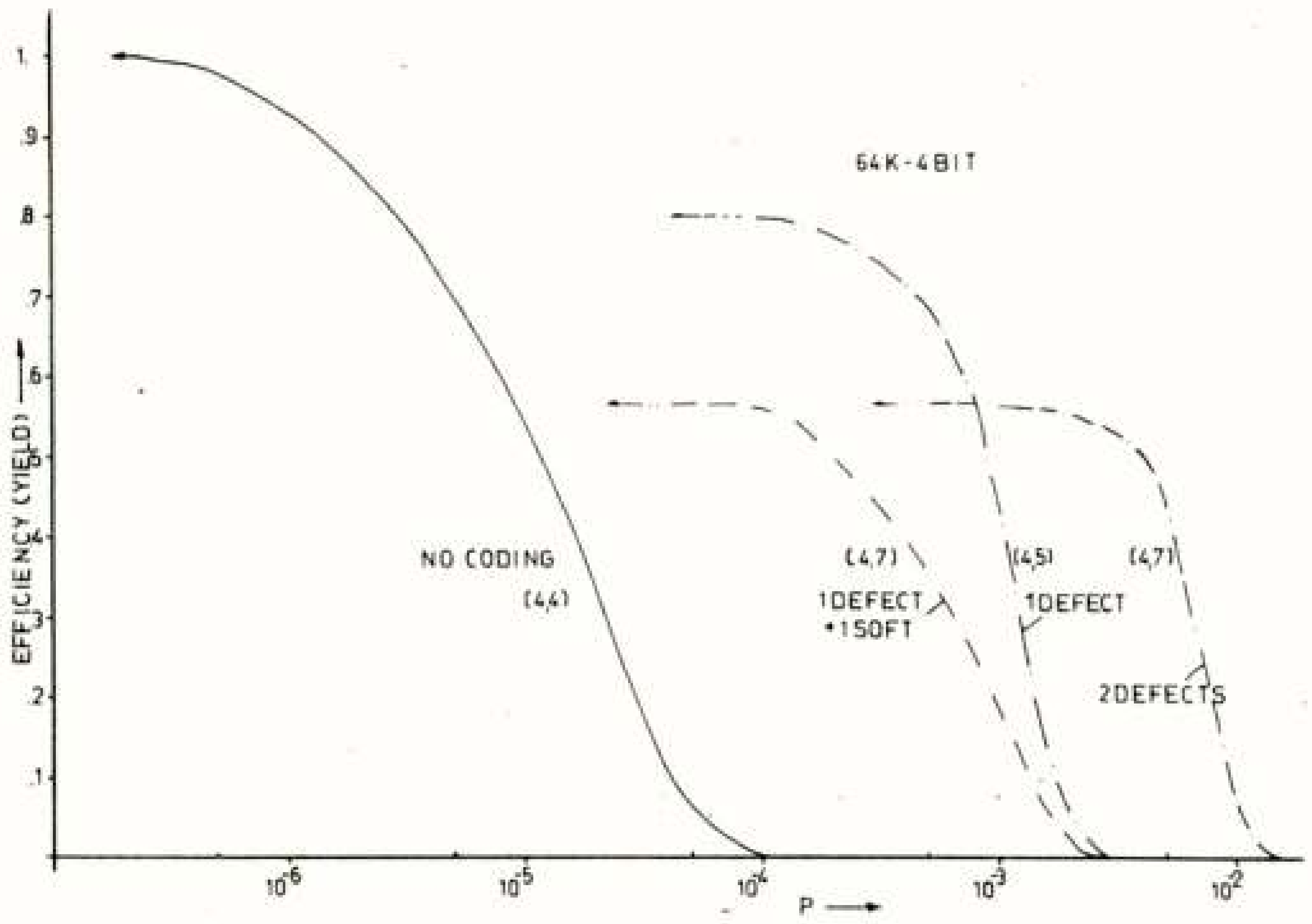


Fig. 10. Efficiency of coding schemes to be used for yield and performance improvement.

BURSTS OF DEFECTS

Suppose that we have the availability of a memory that is used to write large data blocks, such as digitized television pictures. If we do not want to break up the information stream into small blocks, some coding problems arise. The complexity of finding codes with long block lengths for a fixed fraction of defects grows exponentially. Therefore, we have to use other methods that are less complex. Another problem arises when defects occur in bursts. We give a method that corrects bursts of defects in long data streams.
The principle of additive coding is that information words are made defect compatible by adding a codeword to it. This codeword depends on the information and the defects. We explain additive coding for information sequences with Fig. 11, where I is a binary information sequence and z a binary sequence that depends on I and the defects of the memory.

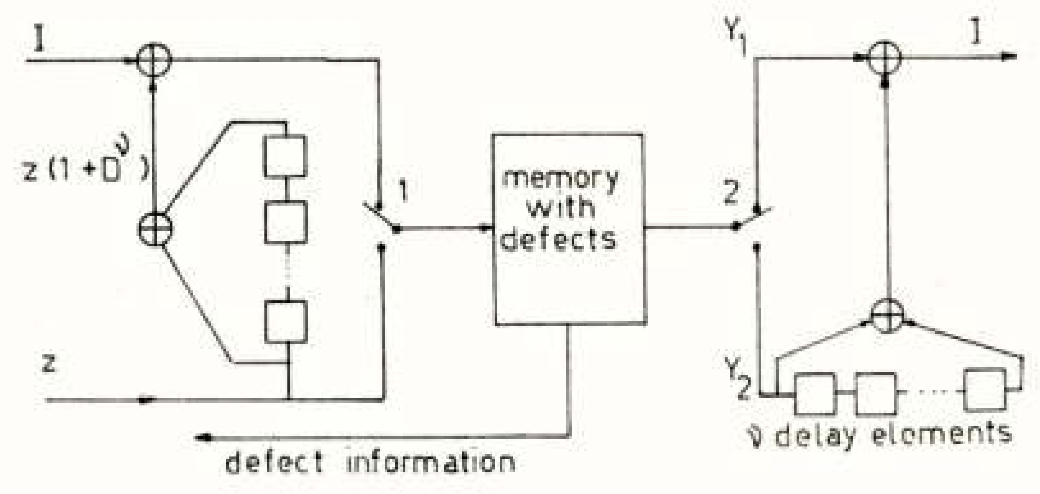


Fig. 11. Defect compatible scheme for sequences.

All additions are modulo-2 component wise. Switch 1 is used to place both memory input streams on odd and even numbered subsequent locations. The read switch separates the memory data again into two output streams. If synchronized, input and output are the same. At the decoder one has the sequences $(y_1,y_2)=(I+z(1+D^{\upsilon}),z)$, where zD^{υ} is a υ time instants delayed version of z. If we form the sequence $y_1+y_2(1+D^{\upsilon})$, as indicated, then the original information sequence is found back. Note that this is valid for any sequence z. The question arises whether the sequence z can be used to create a defect compatible sequence. The answer follows from the circuit of Fig. 12.

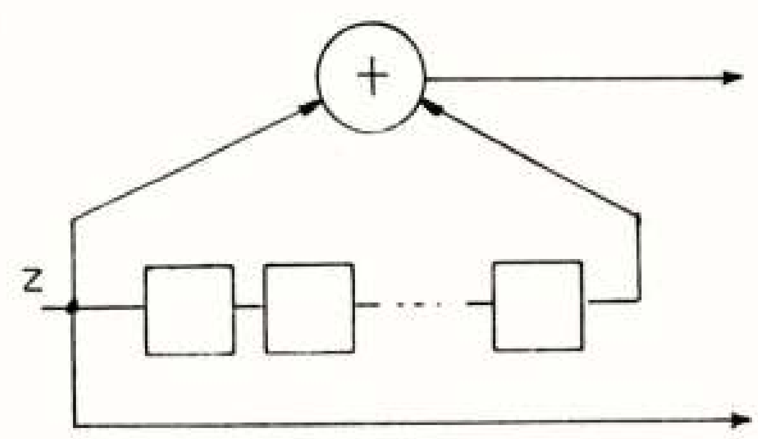


Fig. 12. Circuit that generates $(z(1+D^{\upsilon}),z)$.

This circuit accepts each time unit one digit from the sequence z, and shifts the content of the delay elements one place to the right. The input/output relation can be written formally as $zG=z(1+D^{\upsilon},1)$. It is easy to see that we can form any output of υ pairs, or length 2υ, by proper selection of the input and the contents of the delay elements. If after such a period we refill the delay elements with υ new digits, determined by the desired output, we are again able to construct any output sequence of υ pairs. Consequently, as the decoder of Fig. 11 is insensitive to the output of the circuit of Fig. 12, we can use this output to make information sequences defect compatible. With the circuit of Fig. 12 we are able to correct bursts of υ defect pairs if the burst-

period is preceeded by υ defect free pairs. Secondly, observe that by inverting the input, we also invert the output. By proper input selection we even make the burst length two digits longer. One in the beginning, and one at the end. The possibilities are summarized in Fig. 13.

	time		
x x x x	0 1 1 0	x x x x	even
x x x x	0 0 0 1	x x x x	odd
guard	burst	guard	

a) Burst of υ pairs of defects

1 0 x 1 x 0 0 1 x 0	even
x x 0 x 1 x x x 1 x	odd

b) Only single defects per pair

x x x x	x	1 0 1 1	1	x x x x	even
x x x x	1	0 1 0 1	x	x x x x	odd
υ		υ		υ	

c) Extension of burstlength with 2 digits

Fig. 13. Possibilities for defect compatible scheme of Fig. 11.

The information rate of the scheme is $\frac{1}{2}$, whereas the defect fraction is $\frac{1}{2}$. It can be extended to efficiency $R=k/n$, and defect fraction $p=1-R$, see [3].

MEAN TIME BEFORE FAILURE (MTBF)

In the previous sections we consider memories that can be tested directly <u>after</u> production. We now consider the situation where the error free chips are used in a computing system. The system tests a memory word for defects only when being read, see Fig. 14.

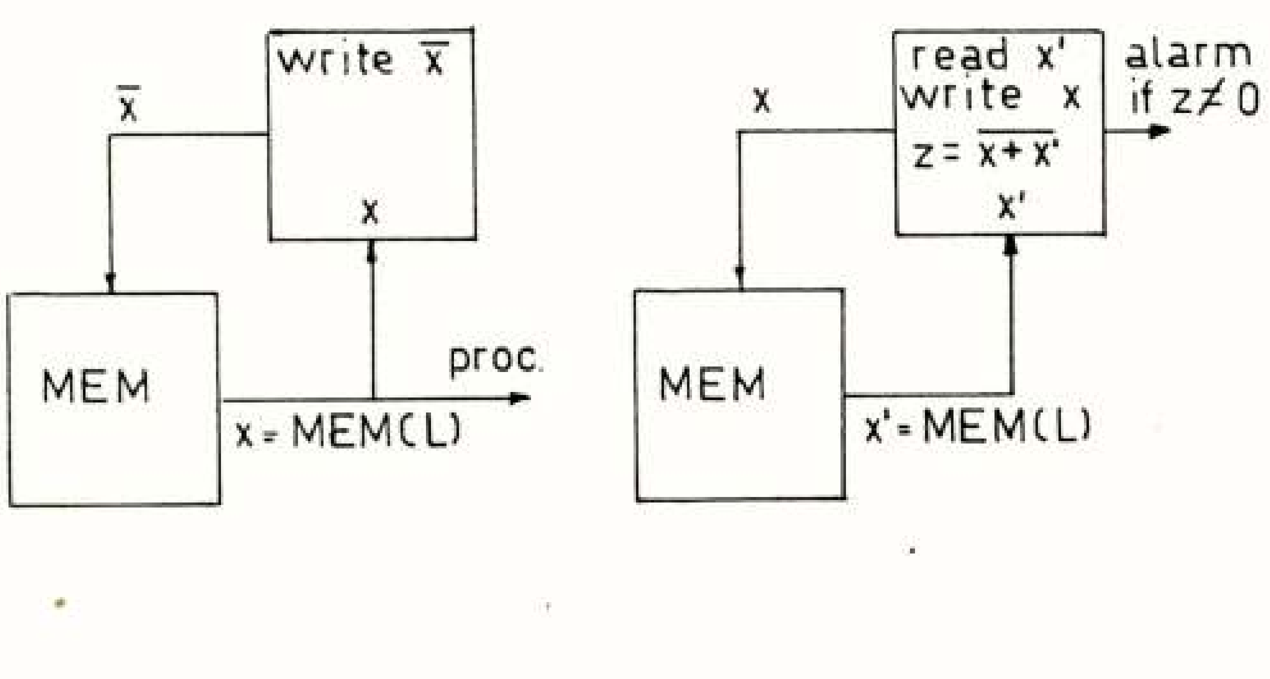


Fig. 14. Two step testing procedure.

Suppose that a word $\underline{x}$=MEM(L) is read from memory location L. Directly after reading the inverse $\bar{\underline{x}}$ to $\underline{x}$ is restored at location L, while the word $\underline{x}$ is normally processed. Subsequently the word $\underline{x}$=MEM(L) is read and if there are no errors then $z=\underline{x}+\underline{x}'$ equals $\underline{0}$. If $z\neq\underline{0}$, an alarm is given and processing stops. To create the original situation as before testing, $\underline{x}$ is again written in the memory at location L. This testing procedure can be done in parallel, independent of the processing of $\underline{x}$.

Assume that during each unit of time, a memory cell has probability $p(=1-q)$ of getting, and thus remaining, into the stuck mode. The mean time before a specific memory word, consisting out of k cells, is found stuck is

$$\mathrm{MTFB}= 1.(1-q^k)+2(1-q^k)q^k+3(1-q^k)q^{2k}+\ldots$$

$$=1/(1-q^k),$$

$$>1/kp,\ k\geq 2.$$

If all memory words are equally likely, then the MTBF of the whole memory is always larger than the word MTBF, for a memory element can be stuck before the word is tested for failures.

The question arises whether the application of coding can improve the MTBF. There are several possibilities.

First suppose that the word $\underline{x}$ is a codeword from a (7,4) Hamming code. Before $\underline{x}$ enters the central processor it is decoded. Hence, the alarm $z\neq\underline{0}$ is only needed if the codeword contains more than one error. The MTBF can be calculated with a Markov state approach as

$$\mathrm{MTBF}(4/7)= \frac{(1-2q^{13}+2q^{6}-q^{12}).21p^2q^5}{(1-q^7)^2(1-q^6)^2}$$

$$\approx \frac{2}{7}\,p.$$

Hence, a very small improvement over the uncoded situation. In general, if we use a rate k/n code with distance d, the MTBF is

$$\mathrm{MTBF}(k/n) > \frac{\lfloor\frac{d}{2}\rfloor+1}{np},$$

whereas in the uncoded case the

$$\mathrm{MTBF}(1) > \frac{1}{kp},\ k\geq 2.$$

An approximation follows from the fact that the first term in the MTBF(k/n) is determined by the probability that $(\lfloor\frac{d}{2}\rfloor+1)$ single errors occur in reading cycles that are on the average $\frac{1}{np}$ cycles apart. All other terms are of an higher order and thus vanish faster when p goes to zero.

Suppose that after a failure the memory is repaired. Then, one is interested in a long time between two failure events. Therefore, we define the time gain factor as

$$\eta \triangleq \frac{\mathrm{MTBF}(k/n)}{\mathrm{MTBF}(1)} = (\lfloor\tfrac{d}{2}\rfloor+1)(k/n)$$

If on the other hand, chip surface is costly, then one is interested in the average amount of chip surface needed to realize a time T. The chip surface gain is defined as

$$\gamma \triangleq \frac{\frac{kT}{MTBF(1)}}{\frac{nT}{MTBF(k/n)}} \cong (\lfloor\frac{d}{2}\rfloor+1)(k/n)^2$$

For the well known class of 1-error correcting Hamming codes, $(\lfloor\frac{d}{2}\rfloor+1)=2$, $n=2^m-1$ and $k=n-m$. Here, η and $\gamma>1$ for $m\geq 3$ and 4, respectively. The maximum gain we can expect for this class of codes is 2 for large values of m. It is easy to see that coding should be applied carefully, for the gain factor can be less than 1 for certain values k and n.

In Figs. 15a and 15b we give η and γ for BCH (n,k,d) codes, [4], and the above mentioned Hamming codes.

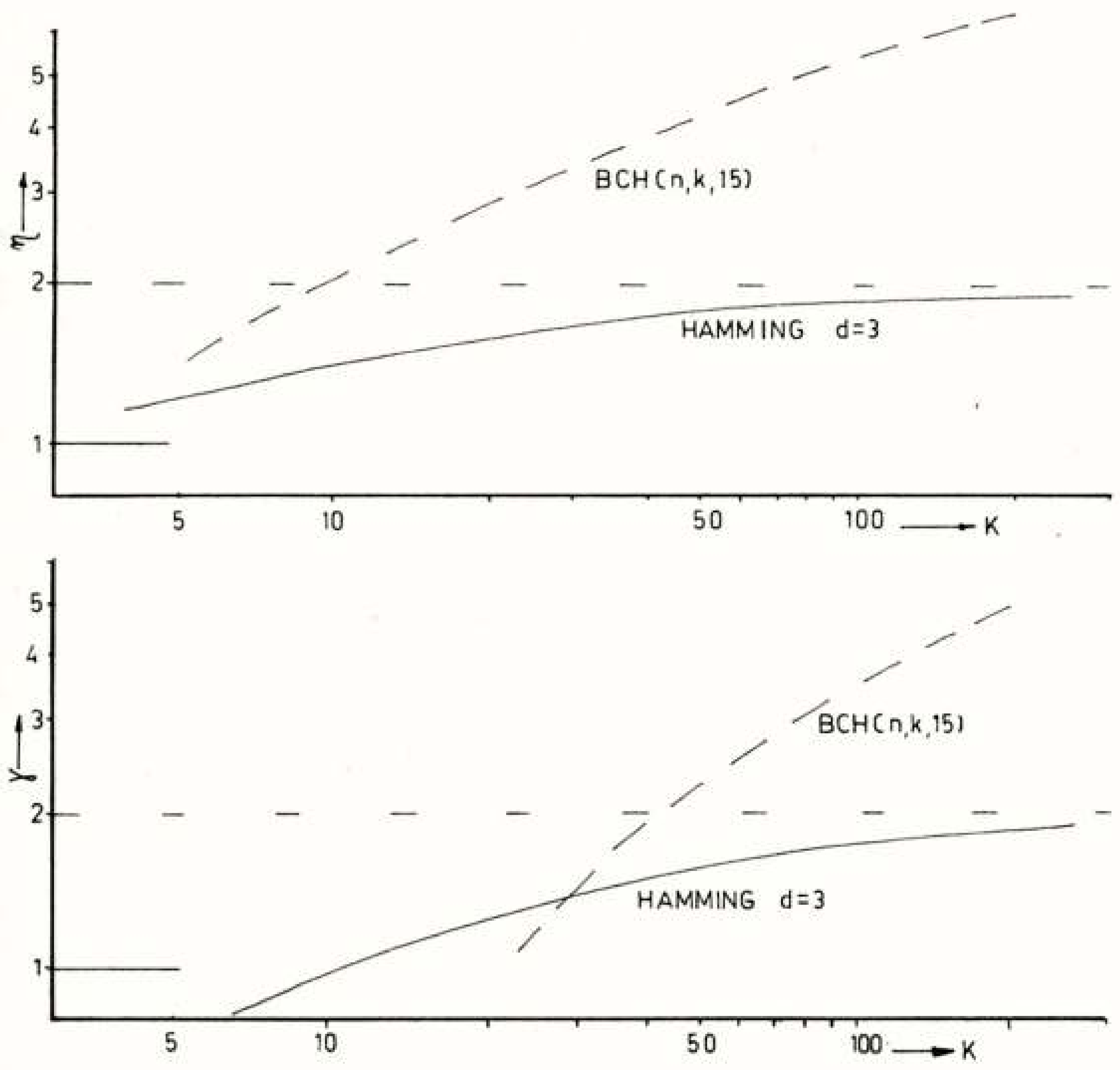


Fig.15. η and γ for two classes of codes.

Conclusions. We discuss the application of coding for yield and performance improvement of memories with defect-(hard) and soft errors. We consider memories with a word and a string organization. In a word organized memory, coding gives a positive efficiency in a production process in the area where uncoded memories have zero yield. This result is noticable for relative small, but practical, word lengths.

In a string organization we use convolutional coding for "bursty" defect correction.

In the last part we deal with the Mean Time Before Failure for coded and uncoded memory systems. It seems that an improvement of a factor 1½ can be obtained easily with a simple Hamming code.

References

[1] R.G.Gallager, "Information Theory and Reliable Communication", Wiley, 1968.

[2] A.V.Kuznetsov and B.S.Tsybakov, "Coding for memories with defective cells", Problemy peredachi informatsii, Vol.10, no.2, pp.52-60, 1974.

[3] A.J.Vinck, "Convolutional codes and defects", 6th Symposium on Information Theory in the Benelux, pp.55-61, May 1985.

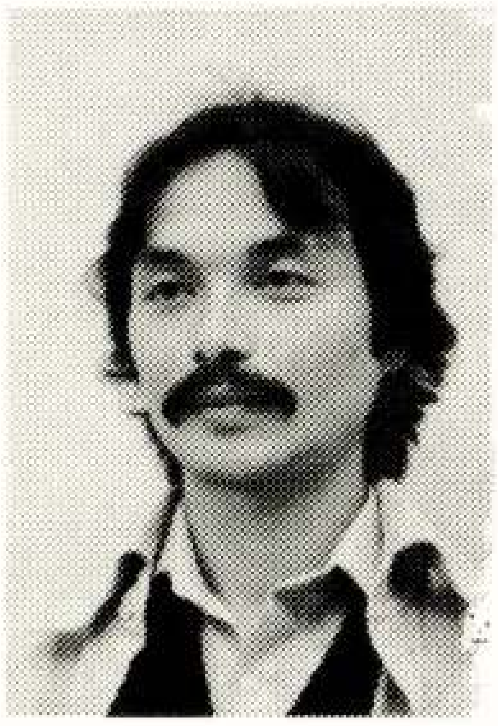
[4] S.Lin and D.Costello, "Error Control Coding: Fundamentals and Applications", Prentice Hall, 1983.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(327ste werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK VAN HET KIVI
IEEE BENELUX SECTIE EN
NEDERLANDSE VERENIGING VOOR RUIMTEVAART

UITNODIGING

voor de lezingendag op **27 november 1984** in het gebouw voor **Elektrotechniek** van de **Technische Hogeschool** te **Eindhoven**.
THEMA: GRONDSTATION TECHNOLOGIE.

PROGRAMMA



9.30-10.00 uur: Ontvangst en koffie.

10.00-10.45 uur: **DR. P. J. BARTHOLOMÉ**, (ESA/ESTEC, Noordwijk); NIEUWE ONTWIKKELINGEN IN GRONDSTATIONS VOOR SATELLIET COMMUNICATIE.

10.45-11.15 uur: Koffiepauze.

11.15-12.00 uur: **J. C. LEGUYT**, (ATT/Philips Telecommunicatiebedrijven B.V.); ONTWIKKELINGEN BIJ PHILIPS/ATT OP HET GEBIED VAN KLEINE TELECOMMUNICATIE GRONDSTATIONS.
IR. M. KUNST, (ATT/Philips Telecommunicatiebedrijven B.V.); ECS-SATELLITE MULTISERVICE GRONDSTATIONS.

12.00-12.40 uur: **IR. J. R. SCHMIDT**, (Dr. Neherlaboratorium Leidschendam); MICROGOLFTECHNOLOGIE IN GRONDSTATIONS. **Foto 1**



12.40-14.00 uur: Lunch.

14.00-14.30 uur: **PROF. DR. J. C. ARNBAK**, (Technische Hogeschool Eindhoven); NETWERKASPECTEN VAN SATELLIET COMMUNICATIE.

14.30-15.00 uur: **DR. IR. H. F. A. ROEFS**, (Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, Emmeloord); ELEKTRONISCHE TOELEVERING VAN DOCUMENTEN PER SATELLIET (DOCDATA).

15.00-15.30 uur: Theepauze.

15.30-16.00 uur: **IR. A. KEGEL**, (Technische Hogeschool Delft); HET MEERVOUDIG GEBRUIK VAN EEN BREEDBAND SATELLIETKANAAL. **Foto 2**

Aanmelding dient te geschieden door inzending van de aangehechte kaart, **gefrankeerd** met een postzegel van **50 cent**, alsmede overmaking van de verschuldigde kosten op postrekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam onder vermelding van "Grondstationtechnologie".

De aanmelding is **alleen** geldig indien de aanmeldingskaart en overschrijving zijn ontvangen vóór 19 november 1984.

De deelname voor leden van NERG, KIVI, IEEE en NVR is gratis en bedraagt voor introducée's *f* 15,— per deelnemer. De lunchkosten bedragen *f* 15,—.

Namens de samenwerkende verenigingen:
DR. IR. A. J. VINCK, NERG.
Tel. 040-473672

IR. D. DE HOOP, NVR.
Tel. 015-787340

Oktober 1984.

ONTWERPEN: VAN SPECIFICATIE TOT IMPLEMENTATIE

Dr. C.J. Koomen
Philips International B.V.
Corporate Product Development Coordination

The design of a system starts with a specification and leads to an implementation (in the form of a program or an IC design) within a number of discrete steps.
To support the design of systems in an optimal way, we need to look at the design process as a whole. Such integral approach has consequences for the way we structure this process, and the required working procedures associated with it. Design tools are indispensable to achieve the required level of productivity.

INLEIDING

Het ontwerpen van systemen en het ontwerpen van ontwerpmethoden voor systemen dienen we op een goede wetenschappelijke basis te funderen. Het verschaffen van die basis is niet een op zichzelf staand doel, doch is afgeleid van een ruimere doelstelling welke beoogt onze informatie-industrie een krachtige concurrentie-positie ten opzichte van het buitenland te geven. Een gerichte, fundamentele aanpak stelt ons in staat het ontwerpen van complexe systemen in een procesmatige, industrieel beheersbare vorm te gieten. Het verkorten van ontwikkeltrajecten en het tegelijkertijd behouden of verhogen van de kwaliteit dienen hoog in het vaandel te staan.

De noodzaak tot betere ontwerptechnieken en een hogere graad van automatisering komt ook tot uiting in samenwerkingen op Europees niveau, zoals het ESPRIT programma, en de samenwerking tussen Philips en Siemens op het gebied van de IC technologie.

Deze doelstelling wordt niet alleen bereikt door het optimaliseren van het bekende doch vooral in het zoeken naar nieuwe realisatie-mogelijkheden. Onze onderzoekinstellingen dienen hierin een vooruitstrevende rol te spelen.

In dit artikel zal een aantal deelgebieden binnen het vakgebied van de Systeem Technologie worden behandeld. De ontwerper wordt daarbij beschouwd als de schakel tussen de systeem-specificatie en de uiteindelijke realisatie; tussen het WAT en het HOE. Het is het beheersen van deze weg van specificaties tot implementatie of realisatie welke tot het gebied van de Systeem Technologie behoort.

Systeem Technologie kunnen we definiëren als: de leer van de handelingen waardoor de mens de voortbrengselen van de natuur en van zijn geest tot voor hem nuttige systemen verwerkt.

Zonder volledigheid na te streven zullen we vier belangrijke deelgebieden behandelen, te weten: ontwerpmethodologie, -talen, -methoden en -gereedschappen.

METHODOLOGIE

Dit is de wetenschap der methode. Een methodologische studie levert een systeem van principes, richtlijnen, inzichten en kennis op grond waarvan ontwerpmethoden kunnen worden samengesteld. Wat kan men verwachten van een dergelijke methodologie? Antwoorden op vragen als: hoe kan het ontwerpproces beschreven worden, welke zijn de wetmatigheden in dit proces, wat zijn de begrenzingen, hoe zijn ontwerpstappen gedefinieerd, wat is complexiteit, wat is de rol van de computer, hoe breng je toepassingsgebieden in kaart, hoe modelleer je de activiteit van de ontwerper, etc.

We kunnen de ontwerper zien als de integrerende schakel in een proces van voortdurende verfijning. De ontwerper zet een specificatie op een bepaald taalniveau om in een meer gedetailleerde beschrijving op een volgend taalniveau. Op deze wijze is het proces van ontwerpen te zien als een aaneenschakeling van verfijnings- of detailleringsstappen. Dat wil niet zeggen dat ontwerpen een soort éénrichtingsverkeer is. Ontwerpen is ook een leerproces van de ontwerper, waardoor fouten zullen optreden en waarin verbeteringen en wijzigingen zullen voorkomen.

ONTWERPTAAL

De ontwerptaal is het uitdrukkings- en communicatiemedium van ontwerpers, niet alleen om zich ten behoeve van eigen gedachtenvorming in uit te drukken, maar ook om daarmee met andere ontwerpers, en ook met machines, te communi-

ceren. Immers, een computerprogramma bijvoorbeeld is tevens communicatiemedium tussen mens en machine. Een andere communicatie is een dialoog tussen machines onderling. Voor deze verschillende vormen van communicatie zijn veelal verschillende typen van talen in gebruik.

Ruwweg kunnen we twee groepen van talen onderscheiden:

a. Dialoogtalen; deze ondersteunen de dialoog tussen mensen (zoals natuurlijke taal) en tussen mens en machine, zoals:
   - menu's
   - commandotalen

b. Objectbeschrijvingstalen, waarin te ontwerpen systemen en hun functies beschreven worden, zoals:
   - specificatietalen
   - programmeertalen
   - hardwarebeschrijvingstalen

Deze talen dienen aan bepaalde eigenschappen te voldoen. Eigenschappen, te stellen aan specificatietalen zijn bijvoorbeeld:

- formaliteit; dit houdt in dat de betekenis van uitdrukkingen éénduidig bepaald is, waarbij taalelementen wiskundige objecten zijn. Dit maakt het mogelijk langs wiskundige weg de correctheid van een ontwerp na te gaan.
- construeerbaarheid; iemand die een concept begrijpt dat gemodelleerd dient te worden, en kennis heeft van de specificatietechniek, dient in staat te zijn om dat concept efficiënt in die taal uit te drukken.
- dit hangt samen met begrijpelijkheid; een in een taal gesteld concept dient door een ander, welke kennis heeft van de betreffende specificatietechniek, op eenvoudige wijze uit de beschrijving te halen te zijn.
- minimaliteit; deze eis stelt dat alleen de relevante informatie behoeft te worden gegeven met weglating van niet-relevante details.
- de taal moet toepasbaar zijn binnen een breed toepassingsgebied.
- een kleine verandering in het te modelleren concept dient slechts een overeenkomstige kleine verandering in de specificatie te geven.
- een specificatietaal dient ook toegankelijk te zijn voor mensen die deze taal nog niet kennen. Dit is vooral van belang voor een ruime toepassing op industriële schaal.

Vaak willen we specificaties als een soort hoog niveau programma kunnen uitvoeren. We spreken dan van executeerbare specificaties. De redenen hiervoor zijn als volgt:

Ten eerste is het opstellen van specificaties veelal een moeizaam proces. Een creatief proces ook; het is dan handig gereedschap te hebben wat helpt een specificatie op te stellen door middel van een werkend model. Dit model kan worden gebruikt om het gewenste gedrag van het te ontwerpen systeem te ontdekken. Daarbij wordt niet zozeer op snelheid gelet alswel op de uit te voeren functies. Prototyping is dus een middel om de gewenste specificatie te verkrijgen.

Ten tweede kan een prototype gedurende de systeemontwikkeling gebruikt worden om na te gaan hoe het gedrag van het systeem bedoeld was.

Tenslotte legt executeerbaarheid een bepaalde coherentie op; als de specificatie logisch compleet is, dan is het een model van een systeem (hoewel niet noodzakelijkerwijs het gewenste systeem).

ONTWERPMETHODE

Op basis van de gevonden methodologische principes en van gesystematiseerde kennis met betrekking tot het toepassingsgebied, kan een ontwerpmethode worden samengesteld. Een effectieve ontwerpmethode geeft de stappen aan om tot de realisatie van een bepaald gewenst systeem te komen (omschreven in de specificatie). Tevens geeft de methode aan welke kennis aangewend dient te worden en in welke taal de ontwerpobjecten worden gesteld.

De ontwerpmethode bepaalt de structuur van het ontwerpproces. Een dergelijk proces is samengesteld uit ontwerpstappen, ook wel detailleringsstappen genoemd. Een detailleringsstap heeft de volgende structuur: een specificatiedeel (ook wel definitiedeel genoemd), welke aangeeft WAT het systeem moet doen. Daarnaast een deel dat aangeeft HOE dat gerealiseerd wordt op een volgend detailleringsniveau en tenslotte een verificatiedeel waarin wordt gekeken of het resultaat van deze stap correct is.

Kijken we naar ontwerpmethoden zoals die bijvoorbeeld in de software in gebruik zijn, dan wordt daar veelal uitgegaan van een informele specificatie. Vervolgens wordt het feitelijke ontwerp gepleegd, waarin deze informele specificatie, eventueel via een aantal tussenstappen, in een formele beschrijving wordt omgezet. Een voorbeeld van een dergelijke beschrijving is de source code van een programma. "Onderhoud" van de software (maintenance) vindt dan plaats op het niveau van het source programma. Kenmerkend voor de huidige ontwerpmethoden is dat allerlei ontwerpbeslissingen die leiden tot het uiteindelijke ontwerp niet, of vaak zeer ten dele (en altijd zeer informeel) worden bijgehouden. Daardoor zijn ze vaak zeer slecht te gebruiken bij de onderhoudsfase of als uitgangspunt voor een nieuw ontwerp.

In de toekomst zullen we gaan in de richting van ontwerpmethoden welke een zeer hoge graad van automatisering zullen kennen. Hierbij stelt de ontwerper vanuit een informele requirement een formele specificatie op welke tevens als prototype kan dienen. Onderhoud en naontwikkeling vinden dan plaats op de formele specificatie

en niet meer op de uiteindelijke source code. Deze laatste wordt verkregen via een geautomatiseerd proces waarin de computer zorgdraagt voor optimalisering en dergelijke. Deze benadering geldt zowel voor software als voor hardware ontwikkeling (silicon compilatie).

Automatisering is industrieel in tweeërlei opzicht noodzakelijk. Ten eerste zit in het traject van formele specificatie naar source code het grootste deel van het routinematige werk. Ten tweede zal bij de huidige toename in de behoefte aan software- en VLSI-ontwerpers niet voldoende mankracht beschikbaar zijn ter aanvulling.

ONTWERPOMGEVINGEN

In een ontwerp/ontwikkelomgeving vinden we een op computers gebaseerd, geïntegreerd stelsel van gereedschappen ter ondersteuning van het proces van specificatie tot realisatie. Deze integratie vindt bijvoorbeeld plaats op basis van een ontwerpmethode. Ook kan de gebruikte taal als integrerende factor worden gebruikt.

We maken onderscheid tussen "supportomgeving" en "ontwerpomgeving". De supportomgeving is het substraat waarop de ontwerpomgeving wordt gebouwd. In de supportomgeving wordt op kosten-effectieve wijze een aantal dragers samengevoegd, zoals computers, local area networks, werkstations. De nadruk bij de supportomgeving ligt op de uitwisselbaarheid van de hardware. De aan de hardware toegevoegde software (zoals operating system) en protocol software) dient naar de ontwerpomgeving een stabiele gebruikslaag aan te bieden. Bij de ontwerpomgeving ligt de nadruk op het effectief gebruiken van gereedschap door de ontwerper en op het harmoniseren van de gebruikersinterface. De ontwerpomgeving bevat de methode- en/of taalgerichte gereedschappen.

We onderscheiden een aantal generaties ontwerpomgevingen. In de (huidige) eerste generatie is in feite geen onderscheid tussen een supportomgeving en een ontwerpomgeving. Daarbij zijn in de (ontwerp)omgeving gereedschappen aanwezig welke weinig of geen onderlinge relaties hebben.

Bij de tweede generatie wordt de ontwerpomgeving via een standaardinterface met de supportomgeving verbonden. Hierdoor ontstaat een betere overdraagbaarheid van de ontwerpomgeving software. Ook wordt het dan mogelijk een betere onderlinge afstemming en integratie van ontwerpgereedschappen te verkrijgen. Een dergelijke integratie kan plaatsvinden via twee assen: via de gebruikte ontwerpmethode en via de gebruikte taal. Unix is een eenvoudig voorbeeld van een methode-geïntegreerde ontwerpomgeving middels het daarin aanwezige pipelining mechanisme, via welke Unix utilities met elkaar kunnen verbonden. De tweede generatie wordt gekenmerkt door portabiliteit van de ontwerpomgeving en door de onderlinge integratie van de gereedschappen daarin.

In de derde generatie hebben gereedschappen een bepaalde variabiliteit waardoor ze toegespitst kunnen worden op het specifieke toepassingsgebied van de gebruikers. We spreken van "meta-gereedschap". Dergelijke systemen kunnen binnen drie tot zes jaar operationeel zijn.

Een vierde generatie is die waarbij ook de ontwerpkennis voor een deel in de ontwerpomgeving wordt ingebracht. Deze ontwerpkennis dient dan in een geschikt formalisme te zijn gesteld en kan, bijvoorbeeld via een expert systeem, worden aangewend. Dergelijke systemen zullen binnen vijf à tien jaar operationeel zijn.

CONCLUSIE

Ontwerpen zal in de toekomst plaatsvinden middels een proces waarbij de mens vooral de specificatie van een systeem bepaalt. De computer zal steeds grotere delen van het ontwerpproces, vooral die waarbij optimalisatie in het geding is, voor zijn rekening gaan nemen.

Na-ontwikkeling en onderhoud van bijvoorbeeld software en IC ontwerpen zullen meer en meer op het specificatieniveau plaatsvinden. De computer zal daarbij de benodigde detailgegevens genereren op basis van geformaliseerde ontwerpbeslissingen. Diverse opeenvolgende generaties van ontwerpomgevingen zullen het ontwerpproces ondersteunen.

REFERENTIES

C.J. Koomen, Algebraic Specification and Verification of Communication Protocols, Science of Computer Programming 5 (1985), 1.36.

-, From Specification towards Implementation, IFIP WG 10.1 Conference of Methodologies for Computer System Design, Lille, Sept. 1983, North-Holland 1985, pp. 105-121.

Voordracht gehouden tijdens de 321e werkvergadering.

RADIO ZEND AMATEURISME EN GEBRUIK VAN "OSCAR" SATELLIETEN.

Ing J.W.A. van der Scheer

Radio-Zendamateurisme in de loop van de tijd.

Het radio-zendamateurisme is rond 1910 begonnen.
De eerste radioamateurs gefacineerd door de nieuwe mogelijkheden bouwden ontvangers waarvan de afstemming bepaald werd door een spoel, een condensator en de vast hieraan gekoppelde antenne. De selectiviteit was natuurlijk niet opperbest, maar gezien het geringe aantal zenders, is dit niet zo belangrijk.
De detector bestond in het begin uit een loodglans bergkristal en een dun draadje dat zorgvuldig op een plaats moest worden gezet, die een optimale gelijkrichting gaf.
De theoretische basis van de elektromagnetische golven is gelegd door Maxwell in 1887. Tien jaar later deed Herz proeven met golven rond 10 cm (Herze dipool en vonkzender), waarbij hij afstanden van enkele tientallen kilometers overbrugde.
Marconi, een meer praktisch ingesteld man, ging lange luchtdraden (airials!) gebruiken en werkte zodoende op golflengten van 200 tot 500 meter. In 1901 slaagde hij er in signalen uit Engeland in New Foundland te ontvangen.
Het was Lee de Forest die in 1907 de eerste triode ontwikkelde. Toen begon het echt! Met deze "lampen" werden versterkers, detectoren en oscillatoren gebouwd. In 1913 bouwde Meissner de eerste teruggekoppelde oscillator. Ongedempte trillingen werden nu mogelijk en natuurlijk hiermee, naast de reeds bestaande morse, on/off cw telegrafie en voor telefonie de amplitude-modulatie.
Rond 1920, gedreven naar de hogere frequenties, ontdekten zendamateurs dat tussen 3 en 30 MHz zich soms uitzonderlijke mogelijkheden voordeden, waarbij met slechts enkele watts de oceaan kon woreden overbrugd.
De korte golf amateur heeft hier de eerste lange afstands verbindingen gemaakt.
Spoedig hierna gingen ook commerciele instanties gebruik maken van deze frequenties.
In 1925 werd de International Amateur Radio Union (IARU) opgericht en in 1927 werd op de ITU conferentie te Washington de Radio Amateur Service gedefinieerd en vast gelegd. Tevens werden een aantal fequentie-banden toegewezen aan deze zendamateur dienst. Ook de voorwaarde voor het verkrijgen van een licentie werd zeer globaal bepaald. Hierbij werd een technisch niveau verplicht gesteld. In alle bij de United Nations aangesloten landen wordt, voor het verkrijgen van een zendmachtiging een technisch- en een morse-examen afgenomen.

Een dergelijke machtging wordt alleen verleend voor het doen van experimenten, waarbij de correspondentie betrekking moet hebben op het gebruik van het amateurstation of zo onbelangrijk is dat gebruik van telefoon of telegraaf niet in aanmerking komt.
Het echte Radio Amateurisme kon dus nu beginnen in een vrij jachtveld en een bijna lege ether.
De voornaamste frequentiebanden voor amateurs, hoewel in de afgelopen jaren iets verkleind, zijn de volgende:

Band	frequentie MHz	
80 m	3,5 - 3,8	max. zendvermogen
40 m	7,0 - 7,1	gemiddeld 100 W.
20 m	14,0 - 14,35	
15 m	21,0 - 21,45	EZB 400 W pep
10 m	28,0 - 29,7	FSK 100W
2 m	144 - 146	FM 100W
70 cm	430 - 440	
23 cm	1250 - 1300	

In de jaren voor de tweede wereld'oorlog werd practisch alleen met on/off telegrafie en amplitude modulatie telefonie gewerkt. Kristal gestuurde zenders werden uit oogpunt van frequentiestabiliteit, door amateurs ingevoerd. De kristallen slepen ze veelal zelf. Ook variabele oscillatoren werden op allerlei manieren geconstrueerd. Hierbij kwam de electroncoupled Collpitts oscillator als de beste uit de bus.
Men zond in die tijd b.v. op 3,7 MHz en zocht met de ontvanger de band af om een tegenstation te vinden, dat op een andere frequentie uitkwam.
De verhouding signaal tot atmosferische ruis bepaalde toen nog de "neembaarheid". Nu is dit de signaal/stoor verhouding, vanwege de overvolle amateurbanden en het werken met grotere vermogens.
Na 1945 kwam een grote opleving van het Radio-Amateurisme. Betere componenten en de transistor brachten een gehele omwenteling tot stand.
Enkelzijband telefonie werd ingevoerd, met als gevolg dat AM nu praktisch geheel is verdwenen. Tevens vond het gebruik van dezelfde zend- en ontvangfrequentie ingang. Door deze techniek werd bij een telefonieverbinding slechts een kwart van de vroeger gebruikte frequentie ruimte in beslag genomen.
Het werken op hoge frequenties werd eenvoudiger, zodat op de 144 MHz en hoger de FM zich begon door te zetten (frequentie ruimte genoeg!). Veel relaisstations werden op hoge punten geplaatst, zodat over geheel Nederland

ook mobiele verbindingen gemaakt konden worden.
Toch kon ook EZB modulatie zich op deze frequenties handhaven, dankzij stabiele oscilatoren en de synthezïser.
De morse telegrafie is nog steeds een safe maar langzaam communicatie middel.
Smalle band techniek zoals Radioteletype (RTTY) won steeds meer terrein, om tenslotte uit te monden in een fouten correctie systeem de AMTOR (Amateur Telex Over Radio).
Zelfs moonbounce werd door amateurs gerealiseerd. Met TV overdracht wordt geexperimenteerd, terwijl de overdracht van computer programma's op hoge frequenties, met een snelheid van 1200 Bd en fsk modulatie geen problemen oplevert. Slow scan TV is een nieuw communicatie middel, dat gecombineerd met computer techniek, nieuwe aspecten opent. Zelfs op frequenties van 10 GHz en hoger worden straalverbindings proeven gedaan.
De computer wordt steeds belangrijker voor de radioamateur. Het snel berekenen van de afstand tot het tegenstation, de opslag van de calls van de gewerkte stations, bepaling van de positie van satellieten, decodering van morse-, Baudot-,AMTOR- en ASCII signalen evenals het realiseren van automatische oproep en het gebruik van mailboxen vindt steeds meer ingang.
Bij het opzetten van alle proeven zijn de systemen zelf ontwikkeld en veelal de interfaces en apparatuur zelf vervaardigd. Het is niet altijd het werk van een man, maar vaak een groep amateurs, waar bij de een meer theoretisch en de ander meer praktisch is georienteerd.
Het staat vast dat experimenten van amateurs hebben bijgedragen tot de ontwikkeling van de radio techniek.
Tegenwoordig in deze tijd van vervlakking, is er een groep amateurs ontstaan die alleen maar wil communiceren en koffie praatjes houden. Tenslotte is er voor deze groep, zich amateurs noemende de 27 MHz band geschapen (citizen band - MARC). Het ware amateurisme wordt op onze amateur banden echter ook bedreigd, door wat de duitsers noemen "steckdosen amateure". Zij werken met gekochtte apparatuur en hebben nauwelijks kennis van de materie.
Het aantal amateurs bedroeg in 1936 ongeveer 300 en is thans aangegroeid tot meer dan 10.000 (A,B, en C machtigingen) en 3000 aspirant amateurs (D machtiging).

Amateur Satelliet Communicatie

Een zeer boeiend aspect van de radiotransmissie is de communicatie via satellieten. Op de World Administrative Radio Conference (WARC) in 1971 werd de Amateur Satellite Service officieel toegestaan en tevens werd een aantal frequentiebanden speciaal voor gebruik van Amateur-Satellieten in de frequentielijst van de Radio Regulations opgenomen.
Reeds in de vijftiger jaren werden er plannen gemaakt actieve Amateur-Satellieten te vervaardigen, die wanneer er kostenloos payload beschikbaar was zouden kunnen worden gelanceerd.
De eerste Amateur Satelliet, was de OSCAR 1 (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio). Hij werd gelanceerd op 12 december 1961 en bleef 20 dagen in een lage baan om de aarde. Hij had een telegrafiezender aan boord, welke regelmatig "HI" uitzond, in de 2 m band.
De eerste communicatie satelliet, de OSCAR 3, die in maart 1965 werd gelanceerd, had een transponder aan boord die ook in de 2 m band werkte.
De Australische Oscar 5, was de eerste amateur-satelliet die van uit de aarde kon worden gecontroleerd.
Met de OSCAR 6, gelanceerd in november 1972, begon phase II. Twee jaar later kwam Oscar 7 en op 5 maart 1978 werd OSCAR 8 in een polaire cirkelvormige baan met een hoogte van ongeveer 900 km gebracht.
Ook de USSR begon mee te doen en lanceerde steeds twee satellieten tegelijk. Deze RS (Radio Sputnik) satelieten hebben allen een cirkelvormige baan over de polen op een hoogte van ongeveer 1650 km. Zij werken evenals OSCAR 7 en 8 voor de up-path in de 2 m band en voor de down-path in de 10 m band.
Een nadeel van communicatie-satellieten in zo lage banen is de betrekkelijk kleine omloopstijd van ongeveer 2 uur. Dit betekent dat slechts 15 tot 20 minuten met deze snel overkomende satelliet gewerkt kan worden.
Een enorme verbetering is de eerste satelliet van Phase III, de OSCAR 10. Deze satelliet werd door een aantal ethousiaste zendamateurs in samenwerking met leden van de universiteit Marburg (BRD) vervaardigd en zou door een van de eerste Europese raketten in een elliptische baan worden gebracht. De Ariane raket mislukte echter in mei 1980 en het vele werk was vergeefs geweest.
Op 16 Juni 1983 werd een door hetzelfde team vervaardigde verbeterde satelliet, weer met een Ariane raket, in Frans Guyana gelanceerd. De lancering lukte, echter werden de antennes licht verbogen door een botsing met de derde trap van de raket en werkte de apogeum motor helaas niet lang genoeg, zodat de gewenste inclinatie van 57 graden niet werd gehaald. Deze werd slechts 26.5 graad.
In het apogeum is de hoogte 35500 km en in het perigeum is deze 4000 km. Het apogeum begon met een ligging op het noordelijk halfrond, maar draait langzaam naar het zuidelijk halfrond waar het na ongeveer 1.5 jaar op zijn maximum is.
De oscar 10 bezit twee transponders, bij de B mode ligt de up-path in de 70 cm band en de down-path in de 2 m band en bij de L mode de up'path in de 23 cm band en de down-path in de 70 cm band.
Vanuit de aarde gezien beweegt de satelliet zich nauwelijks wanneer zij zich in de buurt van de grootste afstand van de aarde (apogeum) bevindt. Dit heeft tot

gevolg dat een amateur-station 7 tot 8 uur via de satelliet kan werken zonder zijn antenne bij te richten. In het perigeum daar en tegen vliegt de satelliet zeer snel over de aarde.
De omloopstijd van de OSCAR 10 is 700 min.
De satelliet heeft de vorm van een ingedeukte driehoek, waarbij op de vertikale vlakken zonnecellen zijn aangebracht. De antennes zijn circulair gepolariseerd en bevinden zich aan de onderzijde van de satelliet.
Wanneer de belichting van de zonnecellen het toelaten is de antenne in het apogeum naar de aarde gericht.
De satelliet draait ongeveer eenmaal per seconde om zijn as. Tengevolge van de verbogen antennes is de radiogolf niet zuiver circulair gepolariseerd, zodat soms een sterke spin modulatie optreedt.
De transponder is een lineaire frequentie-verschuiver, zodat met alle soorten van modulatie gewerkt kan worden.
De voorkeur wordt echter gegeven aan EZB modulatie, omdat b.v. FM en fsk-RTTY de transponder zwaar belasten.
De transponder bevat een versterkings-regeling die in werking treedt indien het maximale zend vermogen (40 watt pep) wordt overschreden, d.w.z. wanneer vele zenders met groot vermogen bij de satelliet binnen komen. Zwakke stations krijgen in dat geval weinig kans verbindingen te maken.
Een baken in de satelliet, op 145.810 MHz en een vermogen van 1 Watt, zendt om het half uur in RTTY gegevens over de toestand van de satelliet naar de aarde. Dit baken zendt ook regelmatig, in psk, zeer uitvoerige data betreffende de werking van de satelliet uit.
Het is de bedoeling voordat er een verbinding wordt gemaakt, het zendvermogen zodanig in te stellen, dat zijn eigen op aarde terug komend signaal niet sterker is dan de sterkte van het baken. Hierdoor wordt overbelasting van de transponder zo veel nmogelijk vermeden.
De plaats in de baan wordt aangegeven door de Mean Anomaly (MA). Deze is in het perigeum 0 en in het apogeum 128. Op het ogenblik wordt de L mode ingeschakeld van MA 120 tot 136.
Bij de satellieten met lage banen is een sterk doppler effect tijdens de korte doorgang merkbaar. Regelmatig bijstemmen van de ontvanger is hier noodzakelijk.
Bij OSCAR 10 echter is dit effect rond het apogeum veel geringer, en verloopt ook veel langzamer.
Een eenvoudige transmissieberekening leert, dat met een 10 elements yagi voor 2m en een 15 elements yagi voor 70 cm, met een zendvermogen van 10 tot 50 Watt peak envelope power en ssb modulatie, een signaal-ruis verhouding kan worden bereikt van ongeveer 10 tot 15 db.
Voor de toekomst zijn al enige verbeterde satellieten in ontwikkeling. Zo zal in de volgende OSCAR ook een packet-radio transponder worden ingebouwd.
De volgende stap is het lanceren van een Amateur Satelliet (phase IV) in de geostationaire baan.
Ook hier zijn reeds ontwerpen in voorbereiding, hoewel dit nog wel enige jaren zal duren voor een dergelijk kostbaar experiment zal zijn gerealiseerd.

Voordracht gehouden tijdens de 331e werkvergadering.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(331e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

voor de lezingen op **vrijdag 26 april 1985** in het **rekencentrum** van de **Technische Hogeschool Eindhoven.**
ONDERWERP: **Zendamateurisme.**

PROGRAMMA:

09.30 - 10.00 uur:	Ontvangst en koffie.
10.00 - 10.40 uur:	**ING. J. W. A. VAN DER SCHEER,** INLEIDING, OSCAR 10 SATELLIET GEBRUIK.
10.45 - 11.25 uur:	Koffie.
11.25 - 12.00 uur:	**DR. F. W. DE VRIJER,** DIGITALE TOEPASSINGEN, AMTOR.
12.00 - 12.30 uur:	**ZEND AMATEURS THOR**, studenten TH Eindhoven.
12.30 - 14.00 uur:	Lunch.
14.00 - 14.30 uur:	**IR. K. H. J. ROBERS,** SLOW-SCAN TV.
14.30 - 15.00 uur:	Thee en afsluiting.

Het is de bedoeling dat bovenstaande NERG leden u iets vertellen over hun hobby, het zendamateurisme. Gedurende de gehele namiddag zijn er demonstraties van het zendstation PI5EHV, in het E-hoog gebouw, nivo 13 kamer 19. Voor leden en studenten is de toegang tot de lezingen gratis, voor anderen *f* 15,00. Aanmelding voor de lezingen dient te geschieden **vóór 19 april** door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met 50 cent. Reservering voor de lunch vindt slechts plaats als voor 19 april *f* 15,00 is ontvangen op postrekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam onder vermelding van "Zendamateurisme".

Namens het NERG bestuur,
DR. IR. A. J. VINCK.
Tel. 040 - 473672

Eindhoven, maart 1985.

ONTWIKKELINGEN BIJ AT&T EN PHILIPS TELECOMMUNICATIE BEDRIJVEN B.V.
OP HET GEBIED VAN KLEINE TELECOMMUNICATIE GRONDSTATIONS

J.C. LEGUYT
AT&T EN PHILIPS TELECOMMUNICATIE BEDRIJVEN B.V.HILVERSUM

This article describes the developments carried out at AT&T en Philips Telecommunicatie Bedrijven B.V. Hilversum in the area of small satellite communications earth stations for national or regional telephony and data networks.
In particular Single Channel Per Carrier Systems are reviewed.

1. INLEIDING

Telecommunicatie grondstations is een vrij veel omvattend begrip.
Dit artikel beperkt zich echter tot kleine grondstations en de specifieke ontwikkelingen die op dit gebied bij AT&T en Philips Telecommunicatie Bedrijven B.V. in Hilversum zijn verricht.
Deze ontwikkelingen hebben zich steeds gericht op grondstations die een deel uitmaken van een nationaal of regionaal telefonie of data telecommunicatie netwerk.
Een satelliet communicatie systeem wordt niet anders beschouwd dan een transmissie systeem dat telefooncentrales in een land of regio met elkaar verbindt, dus niet anders dan een kabel, glasvezel of straalverbinding. Echter één markant verschil moet opgemerkt worden nl. de broadcast eigenschappen van de satelliet zelf, waarmee uiteraard ook een aantal interessante toepassingen zijn te bedenken.

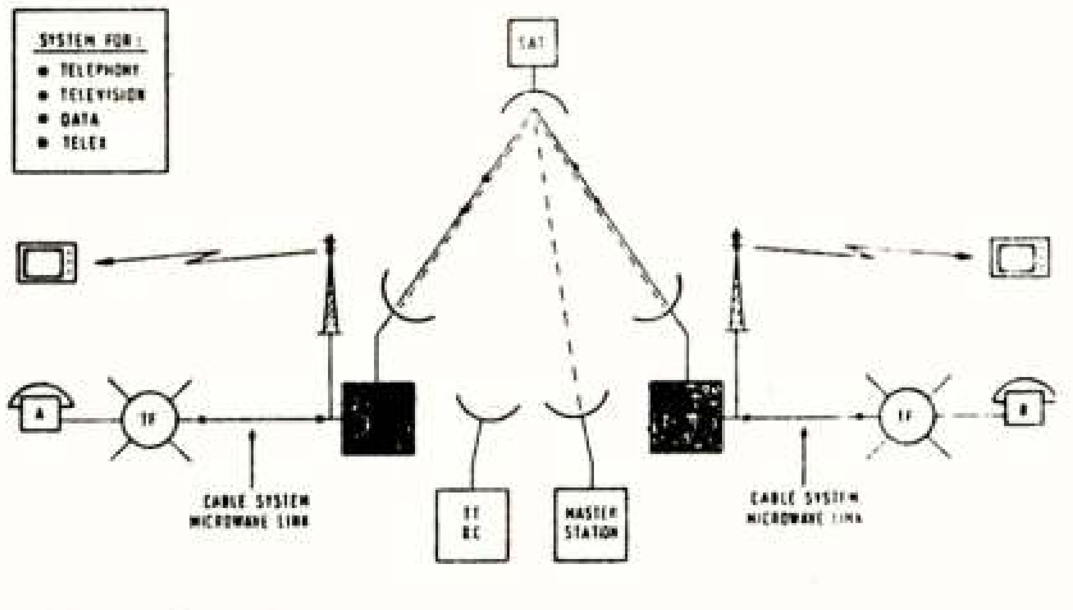


Fig. 1 - Satelliet Communicatie Systeem

Uitgaande van het telefonie net heeft Philips dan ook altijd veel aandacht geschonken aan de interface van het grondstation met reeds bestaande aardse netten, waar het onderwerp signalering vaak een probleem vormt.
Satelliet communicatie kan onderscheiden worden in twee hoofd toepassingsgebieden, nl. voor internationale en nationale communicatie. In de afgelopen jaren heeft Philips zich vnl. geconcentreerd op de nationale of regionale satelliet communicatie systemen.
Deze laatste systemen kunnen weer onderscheiden worden in twee gebieden, nl.:

a. de domestic/regionale systemen voor de traditionele telefonie, data en televisie
b. de business communicatie systemen voor alleen data verbindingen.

Deze presentatie richt zich op grondstations hoofdzakelijk toegepast in het eerste gebied.

2. DOMESTIC SATELLIET COMMUNICATIE

In landen gekarakteriseerd door bijv.:

- grote afmetingen
- geografische obstakels (woestijn, diepe zeeën e.d.)
- bevolking geconcentreerd in diverse centra en, dientengevolge moet het telecommunicatie netwerk vele centra met elkaar verbinden

heeft toepassing van de satelliet communicatie systemen de volgende voordelen:

- de kosten en implementatie tijd zijn onafhankelijk van de te overbruggen afstand
- de realisatie tijd is kort
- de flexibiliteit van de lokaties is groot
- de flexibiliteit van de telefoon aansluitingen per lokatie is groot
- de televisie overdracht is simpel.

Het is dus niet zo verwonderlijk dat vele ontwikkelingslanden een satelliet communicatie systeem tot een belangrijk deel van hun netwerk gemaakt hebben.
Ten behoeve van de kleine grondstations die voor deze systemen nodig zijn, heeft Philips een pakket van subsystemen ontwikkeld. Deze subsystemen dienen als de delen van een blokkendoos waarmee steeds weer ingespeeld

kan worden op de communicatie behoefte van een bepaald grondstation. In principe ziet een grondstation er als in Fig. 2 uit (antenne, zender, ontvanger, converter, multiplex - SCPC).

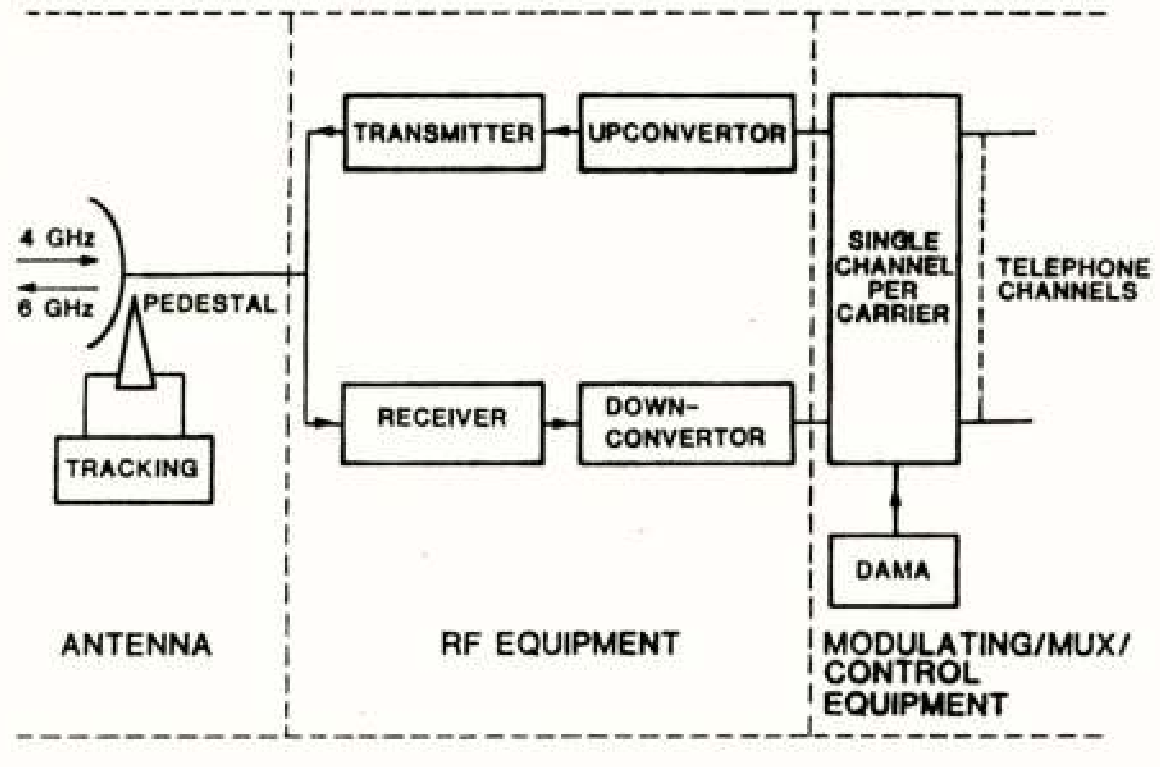


Fig. 2 - Basis schema klein grondstation

In een eerdere lezing voor uw genootschap werd reeds ingegaan op de verschillende onderdelen van een dergelijk station. Nu wordt dit alleen gedaan voor het modulatie, multiplex en besturingssysteem, dus de apparatuur die een interface heeft met het aardse net. In een domestic systeem moeten vaak vele centra met elkaar worden verbonden met relatief weinig verkeer (dus weinig kanalen). Om deze kanalen toch met de nodige flexibiliteit te kunnen behandelen is bij Philips een multiplex systeem ontwikkeld nl. het Single Channel Per Carrier System, waarbij zoals de naam al zegt, ieder kanaal op zijn eigen carrier (midden frequent en radio frequent) is gemoduleerd.

3. SCPC SYSTEEM

Dit Single Channel Per Carrier System onderscheidt zich dus van bekende multiplex systemen voor telefonie waarbij eerst een basisband gevormd wordt met bijv. 960 telefonie kanalen en daarna pas de modulatie naar het radio kanaal.

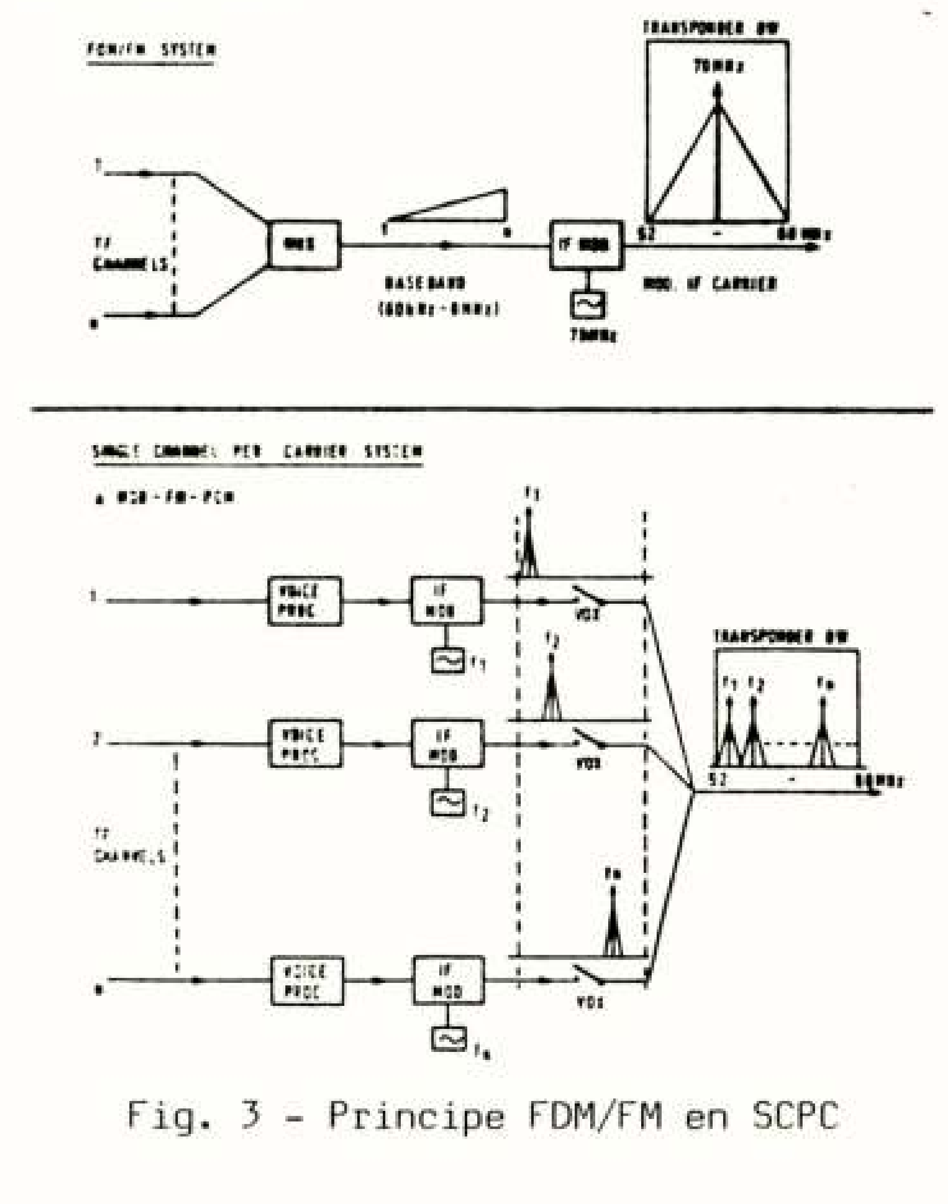


Fig. 3 - Principe FDM/FM en SCPC

Behalve in de domestic communicatie systemen speelt ook in de business communicatie systemen dit principe een belangrijke rol.

Philips heeft zich op de ontwikkeling van SCPC systemen gespecialiseerd. Er zijn twee systemen ontwikkeld voor Domestic toepassingen nl. één gebaseerd op delta modulatie en één gebaseerd op companded FM. Beide systemen hebben zowel aan de aardse kant als aan de grondstation kant dezelfde interface, resp. VF plus signalering, en een MF van 70 MHz.

In type één, het Delta modulatie type, wordt de aangeboden spraak eerst gecodeerd in een delta coder. Met een snelheid van 32 kHz worden samples van de spraak genomen waarna alleen de verschillen met het voorgaande sample door een "0" of een "1" worden aangegeven.

Deze bitstroom van 32 Kb/s wordt in een vier fasen modulatie gemoduleerd op de gewenste MF carrier. Een synthesizer bepaalt de uiteindelijke MF. In type twee, het Companded FM type, wordt de aangeboden spraak door een compressie schakeling gevoerd en daarna in een FM modulator op de gewenste MF gebracht. Een zeer simpel systeem.

Uiteraard geldt voor beide systemen dat aan de ontvangkant in de demodulatie het omgekeerde proces plaatsvindt. Het blokschema van ons SCPC systeem ziet er als volgt uit. Voor zowel het Delta systeem als het FM systeem vrijwel gelijk.

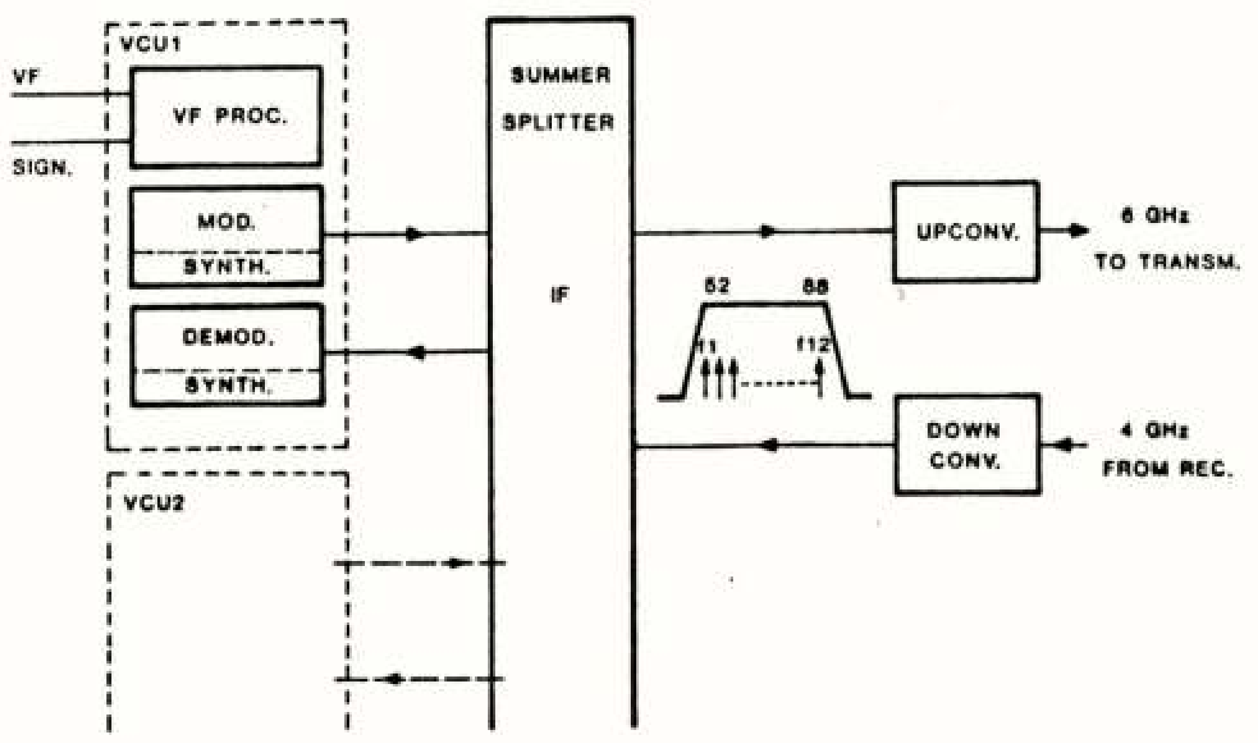


Fig. 4 - Basis schema SCPC systeem

Vier VF kanaal units kunnen worden opgeborgen in een 19-inch shelf en weer zes van deze shelves in een 1.80m hoog rek dus in totaal 24 kanalen in een rek.

De kanaal units hebben ieder een synthesizer waarmee de kanaal frequentie ingesteld kan worden in stappen van 22.5 kHz, 30 kHz, 45 kHz of 60 kHz door de gehele transponder band. Bovendien bevat de unit een echosuppressor en een tone disabler die nodig is wanneer voor data communicatie de echo sper moet worden uitgeschakeld.

Ook is een kanaal unit beschikbaar die geschikt is voor audio overdracht, d.w.z. met een frequentieband van 50 Hz - 15 kHz.

Uiteraard is daar meer radio bandbreedte voor nodig nl. ongeveer 280 kHz. Om de kanaal units te laten werken is gemeenschappelijke apparatuur nodig die de referentie frequenties opwekt voor de synthesizers en ook voor de mixers.

4. COMMUNICATIE SYSTEEM

Met het zojuist beschreven Single Channel Per Carrier System kan een communicatie netwerk opgebouwd worden en enige organisatie gebracht worden in het verwerken van het telefonieverkeer.
Zoals eerder gezegd is de flexibiliteit van het SCPC systeem een van de meest belangrijke eigenschappen van dit systeem ten aanzien van:

- aanpassing van het aantal kanalen per station
- routing van de telefonie kanalen

Ten aanzien van de routing van de kanalen bestaan twee mogelijkheden nl.

- pre-assigned verbindingen
- demand assigned verbindingen.

In een pre-assigned communicatie systeem worden de beschikbare SCPC kanaal frequenties volgens een van te voren afgesproken patroon vastgelegd, en daarmee dus het communicatie patroon. Als later blijkt dat het communicatie patroon verandert dan kunnen de afspraken aangepast worden bijv. door het veranderen van de kanaal frequenties in de kanaal units.

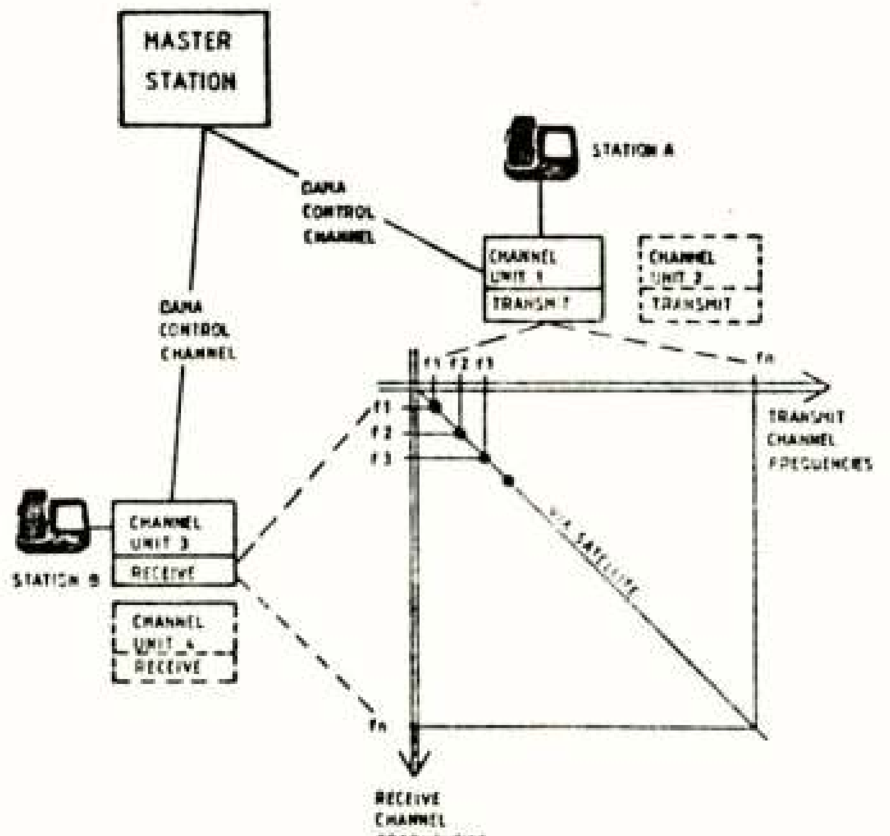


Fig. 5 - Kanaalkeuze in DAMA systeem

Als het aantal grondstations, en bovendien het aantal benodigde SCPC kanalen, zodanig groeit dat in een pre-assigned configuratie de satelliet transponder volledig benut is dan moet de gebruiker de keus maken òf extra capaciteit huren op de satelliet, dus extra huurkosten, òf er moet een efficiënter gebruik worden gemaakt van de satelliet transponder capaciteit, d.w.z. de kanalen moeten efficiënter gebruikt worden.
In het laatste geval moet het pre-assigned SCPC systeem omgebouwd worden tot een demand assigned systeem waar de transponder kanalen alleen op aanvraag toegewezen worden tussen de grondstations.Op deze manier wordt een soort time-sharing bereikt van de kanalen door de grondstations.

Uitgaande van een 36 MHz brede transponder band en een SCPC kanaal spacing van 22.5 kHz kunnen 1600 kanalen in zo'n transponder worden ondergebracht.
Als het grootste gedeelte van de gesprekken bedoeld is voor één bestemming dan kunnen 800 grondstations één verbinding krijgen.

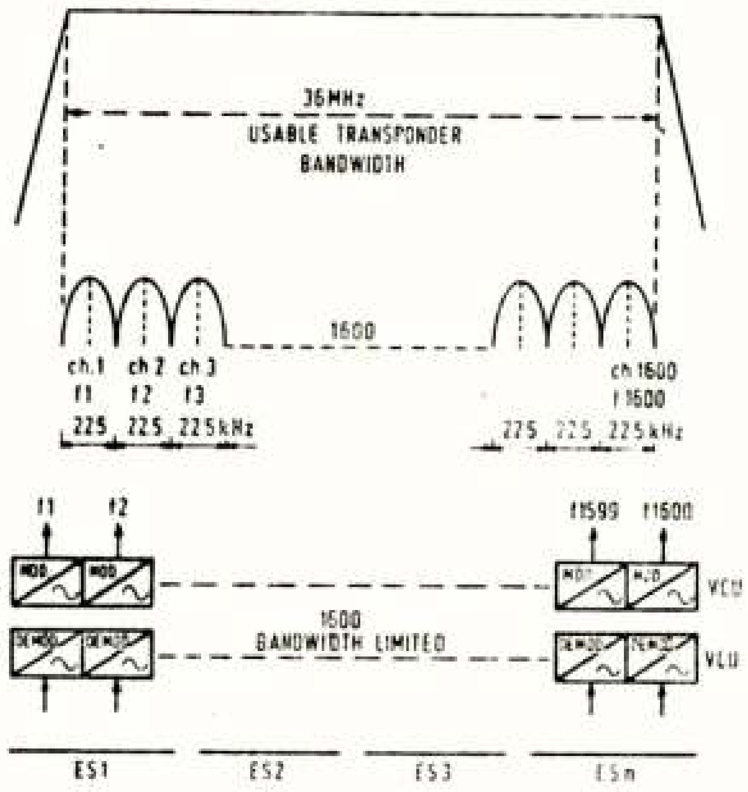


Fig. 6 - SCPC kanaal ligging in transponder

Als twee grondstations echter onderling een verbinding wensen, dan moet een interconnectie worden gemaakt in het Master Station en is een dubbelknop verbinding noodzakelijk wat echter niet wenselijk is in verband met de looptijdvertraging van het signaal.
Bovendien wordt dan een dubbel frequentie paar gebruikt voor één verbinding. Als de vraag voor verbindingen tussen de stations toeneemt dan zal de vraag naar frequenties dus sterk oplopen.
Bijvoorbeeld als 50 stations onderling verbinding willen maken met één lijn per verbinding dan zijn niet minder dan 1225 lijnen nodig (N.(N-1):2). In dat geval is reeds een tweede transponder nodig. Bovendien zijn in elk station 49 kanaal units (N-1) nodig welke niet bepaald efficient gebruikt worden omdat veelal de verkeersdichtheid gering is.
Een oplossing voor dit probleem is toepassing van een Demand Assigned Multiple Access (DAMA) systeem. Een kenmerk hiervan is dat alle beschikbare frequentie plaatsen in de transponder een "pool" vormen die door elk grondstation aangesproken kan worden.

5. DEMAND ASSIGNED MULTIPLE ACCESS

De gewenste verbindingen komen als volgt tot stand.
Als één grondstation een verbinding wenst met een ander grondstation dan wordt voor de duur van het gesprek een frequentiepaar voor deze verbinding toegewezen.
Als het gesprek afgelopen is dan keert het frequentiepaar terug naar de "pool".

Voor de besturing van een en ander wordt een apart data kanaal gebruikt.

Een DAMA systeem heeft dus een aantal belangrijke taken:

1. detectie van "beleg" en "vrij" signalen aangevende wanneer een verbinding moet worden opgebouwd of beëindigd.
   Deze signalen worden door de telefonie apparatuur afgegeven die aan het grondstation verbonden is wat kan variëren van een telefoontoestel tot een complete centrale.
2. beheer van de "pool" van frequenties. Als er een "beleg" puls wordt gedetecteerd dan wordt een kanaal vastgelegd.

De eerste taak moet door alle stations in het systeem kunnen worden uitgevoerd. Als de tweede taak ook door alle stations wordt uitgevoerd spreken we van een gedecentraliseerd DAMA systeem. Als er echter een Master Station wordt aangewezen die deze beheersfunctie verricht dan spreken we van een gecentraliseerd DAMA systeem.

Het Philips DAMA systeem is zo'n gecentraliseerd systeem, speciaal ontwikkeld voor domestic satelliet communicatie systemen.

Het voordeel van het gebruik van een DAMA systeem is, dat niet alleen de satelliet kanalen veel efficiënter gebruikt worden maar ook het aantal kanaal eenheden in de grondstations wordt beperkt zonder verlies van flexibiliteit. Vanzelfsprekend wordt door de introductie van een schakelfunctie een stagnatie kans ingevoerd evenals dit het geval is in iedere telefooncentrale bijv. alle frequenties kunnen uitgegeven zijn of alle kanaal eenheden kunnen op een zeker moment in gebruik zijn. Dit zijn echter berekenbare stagnaties die afhangen van het te verwerken verkeer en het aantal ingezette kanaaleenheden op beschikbare lijnen.

Communicatie tussen het Master Station en de buiten stations komt via het data kanaal met twee kanalen tot stand. Eén, het alpha kanaal, wordt gebruikt voor het verzenden van commando's vàn het Master Station naar de buiten stations in de "Omroep-mode". Het andere kanaal, het beta-kanaal, wordt door de buiten stations gebruikt voor het verzenden van informatie náár het Master Station. Dit laatste geschiedt op een time-sharing basis, terwijl de synchronisatie door het Master Station verzorgd wordt, waarbij een buiten station wordt toegestaan om het kanaal voor enige tijd te gebruiken op een commando van de Master. In het Philips systeem wordt deze communicatie verzorgd door een data kanaal met een snelheid van 1200 Bd.

Samenvattend, dit data kanaal behandelt de kanaal frequentie keuze commando's, kostentelling van het gesprek, het verzenden van de area code naar het te kiezen station en bovendien de lijn bewakings signalen.

Als de verbinding tussen de twee grondstations is opgebouwd, d.w.z. als de trunk verbinding tussen twee telefoon centrales is opgebouwd, dan volgt de abonnee signalering via de opgebouwde lijn, dus niet meer via het Master Station. Dit laatste deel van de signalering vindt plaats via de kanaal gebonden lijn signalerings eenheid (E/M signalering) op een snelheid van 50 Bd. Deze manier van verbindingsopbouw is unieke van het Philips systeem en geeft een grote verbetering in de snelheid van de verbindingsopbouw en de post dialling vertraging, d.w.z. de tijd dat de abonnee moet wachten op het overgaan van de bel nadat hij alle digits gekozen heeft.

Uit het voorgaande is duidelijk hoe belangrijk de taak van het Master Station is, terwijl de buiten stations weinig acties hoeven uit te voeren.

Voor deze opzet is speciaal gekozen om in geval van een ruraal communicatie systeem, de buiten stations zo simpel mogelijk te houden qua functies in verband met de prijs en onderhoud.

6. VAN PRE-ASSIGNED NAAR DEMAND-ASSIGNED

Zoals reeds eerder gezegd worden de meeste domestic satelliet systemen in eerste instantie opgezet als een pre-assigned systeem. DAMA wordt pas geïntroduceerd als het aantal grondstations sterk toeneemt. Figuur 7 geeft een indruk welke apparatuur er nodig is voor de uitbreiding naar DAMA

a. Data channel unit
b. DAMA remote controller
c. VCU controller

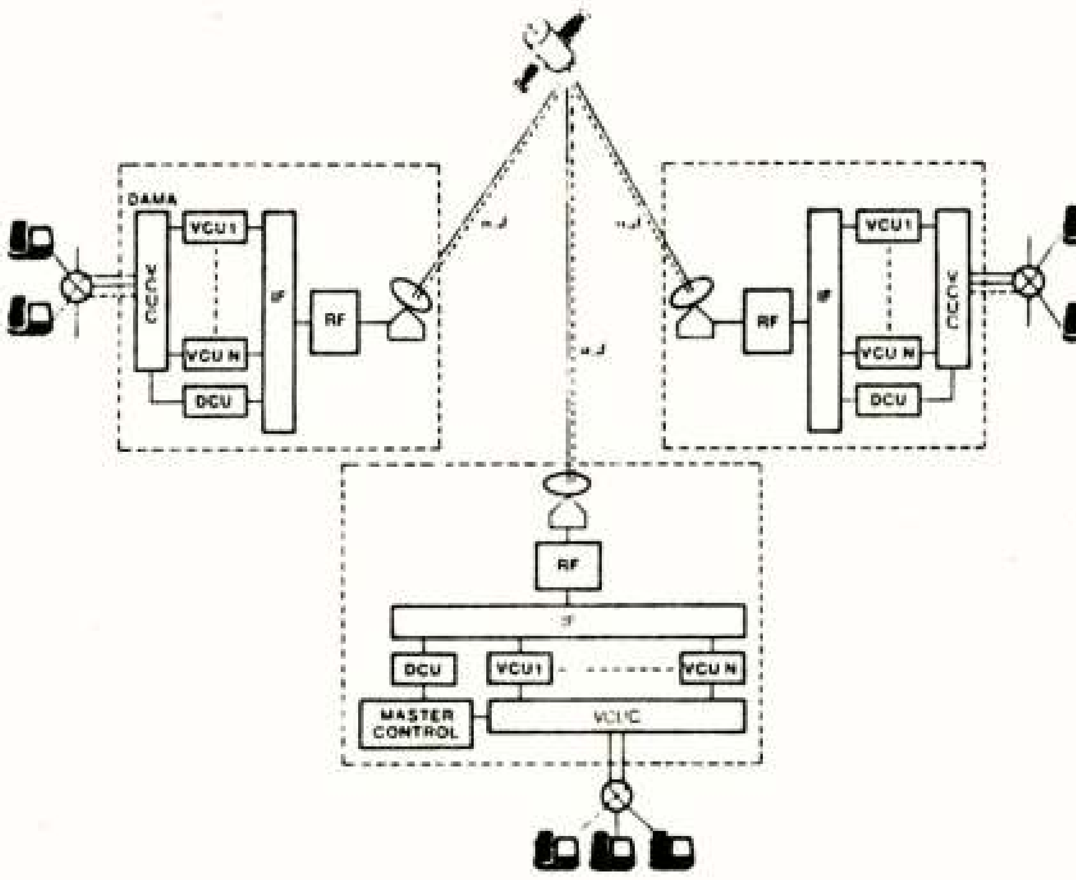


Fig. 7 - DAMA systeem

7. TOEKOMST

De verwachting is dat verschillende bestaande domestic satelliet systemen in de toekomst naar Demand Assigned zullen worden omgebouwd.

Ook is er 'n tendens dat de Companded FM SCPC systemen een toepassing zullen gaan vinden in de industriële landen in combinatie met data kanalen zoals nu in het ECS systeem voor off-shore communicatie.

Voordracht gehouden tijdens de 327e werkvergadering.

MICROGOLFTECHNOLOGIE IN GRONDSTATIONS

Ir. J.R. Schmidt
PTT Dr. Neherlaboratorium

Microwavetechnology in earthstations. In order to receive and transmit signals in an effective way the microwavesystem employed has to be properly designed and implemented.Some typical hardware aspects will be explained featuring the complete frontend of the Dr.Neherlaboratory earthstation at Nederhorst den Berg.This earthstation can be used for communications and acceptance tests on satellites in Ku-band.

INLEIDING

In de satelietcommunicatie is een grondstation te omschrijven als een installatie waarmee een effektieve radioverbinding met een satelliet kan worden onderhouden.De elektromagnetische golflengten,die toegepast worden,liggen in het cm-en mm-gebied,hetgeen overeenkomt met frekwenties boven een Gigahertz(1-300 GHz).

Afgezien van de primaire voorwaarden,als voldoende ontvanggevoeligheid en zendvermogen,zal een grondstation in het algemeen ook aan meer specifieke eisen moeten voldoen.Hoe het microgolfsysteem er in de praktijk uitziet zal sterk afhangen van ontwerpcriteria,waarbij technologische en economische faktoren een rol spelen.Een grondstation voor intercontinentaal telefoonverkeer zal bijvoorbeeld met andere uitgangspunten worden ontworpen,als een ontvanginstallatie voor satelliettelevisie;bij de eerste spelen betrouwbaarheid en kwaliteit een grote rol en bij de laatste potentiële mogelijkheden tot massaproduktie.Ondanks de diversiteit in technische uitvoering zijn toch overeenkomsten aan te geven, omdat van de zelfde concepten wordt uitgegaan.

Om een indruk te geven hoe microgolftechnologie in grondstations wordt toegepast,zullen in het kort enkele aspekten daarvan aan de orde komen.
Als voorbeeld zal het experimentele grondstation van het Dr.Neherlaboratorium(DNL) worden gebruikt en in het bijzonder de zend-en ontvanginrichting,dat ervoor is ontwikkeld.

Dit grondstation ,"NERA",staat in Nederhorst den Berg en is voornamelijk bedoeld voor propagatie-experimenten.Met het op het DNL ontwikkelde ontwerp is "NERA" geschikt voor twee andere toepassingen in de Ku-band(11/14 GHz):

1. Communicatie experimenten in het kader van de "European Videoconferencing Experiments(EVE)".
2. Afnamemetingen aan de Europese Communicatie Satellieten(ECS):de "ECS acceptance tests".

HET TRANSMISSIEPROBLEEM

Radiotransmissie wordt ondermeer gekenmerkt door vermogensspreiding en verliezen in een zich grillig gedragend medium.Tevens hebben stoor-en ruisbronnen van allerlei aard vrij toegang tot de verbinding.

In de satellietcommunicatie zijn de transmissie condities bijzonder ongunstig.Naast aardse en atmosferische invloeden speelt ook de satelliet zelf hierin een rol.Hier vólgen enkele punten:
- de grote afstand;
- beperkt zendvermogen aan boord van de satelliet;
- relatief kleine antennes op de satelliet;
- "warme aarde" condities voor de satelliet.

Het resultaat is,dat de grootste ontvanggevoeligheid en het zwaarste zendvermogen in het "linkbudget" van een grondstation terechtkomt.In de praktijk komt dit meestal neer op het construeren van grote antennesystemen,wat een kostbare aangelegenheid is; de kosten nemen bij benadering met de derde macht van de antennediameter toe.

Er zijn ontwikkelingen gaande,die de situatie gunstiger maken:
- migratie naar hogere frekwentiebanden;
- compacte en efficiëntere vermogensversterkers;
- betere antennetechnologie;
- efficiëntere belichting door de satelliet van het verzorgingsgebied("contoured beams");
- kleinere belichtingsgebieden("spotbeams").

DE ANTENNE

De antenne vormt de "interface" tussen medium en systeemapparatuur.Door middel van reflektoren wordt, volgens optische principes,de ontvangen flux geconcentreerd in de primaire belichter.In omgekeerde richting wordt het zendvermogen via de belichter en reflektoren als een evenwijdige bundel zo efficiënt mogelijk uitgestraald.Het antenneoppervlak in verhouding tot de golflengte geeft de grootte van een grondstation aan.

Het DNL-station"NERA" is voor de Ku-band als een groot grondstation te karakteriseren(fig. 1).
De parabolische hoofdreflektor heeft een diameter van 10 meter met een brandpuntsafstand van 4.30 meter. De schotel is dus vrij ondiep,wat gunstig is voor een goede kruispolarisatie-ontkoppeling.De vorm-en oppervlaktenauwkeurigheid maakt het geschikt tot ongeveer 50 GHz.De hoorn bevindt zich in de vertex van de parabool en is van het gegroefde type("corrugated"). Hoorn en subreflektor,beide op het DNL ontwikkeld, maken het antennesysteem geschikt voor de Ku-band. De gain is bij die frekwenties ongeveer 60 dB. Direkt achter de hoorn bevindt zich de complete zend-en ontvanginrichting en beweegt in zijn geheel met de antenne mee.

GOLFGELEIDING

Naast het toepassen van reflektoren in antennes en "beamguides",bestaat er een andere wijze van microgolfenergietransport en dat is door zogenaamde golfgeleiders("waveguides").

Het gebruik van tweedraads-en coaxialegeleiders geeft ontoelaatbare verliezen en is voor de meeste toepassingen afteraden.In de microgolftechniek worden allerlei typen golfgeleiders toegepast,die speciaal voor deze kleine goflengten geschikt zijn (fig. 2).Elk type heeft z'n voor-en nadelen;de toepassing bepaalt in hoge mate welke wordt gebruikt.

De planaire golfgeleider,zoals microstrip, leent zich goed voor integratietechnieken en is relatief goedkoop.Het maakt meestal een integraal onderdeel uit van een compleet subsysteem (lage ruis FET-versterkers,mixers,filters e.d.).
Voor schakelingen,waar kleine afmetingen en minimale lijnlengtes gewenst (en mogelijk) zijn, wordt microstrip toegepast.Een extreme ontwikkeling hierin is de monolithische technologie;lijnlengte is tussen de elementen van een schakeling dan bijna tot nul gereduceerd.

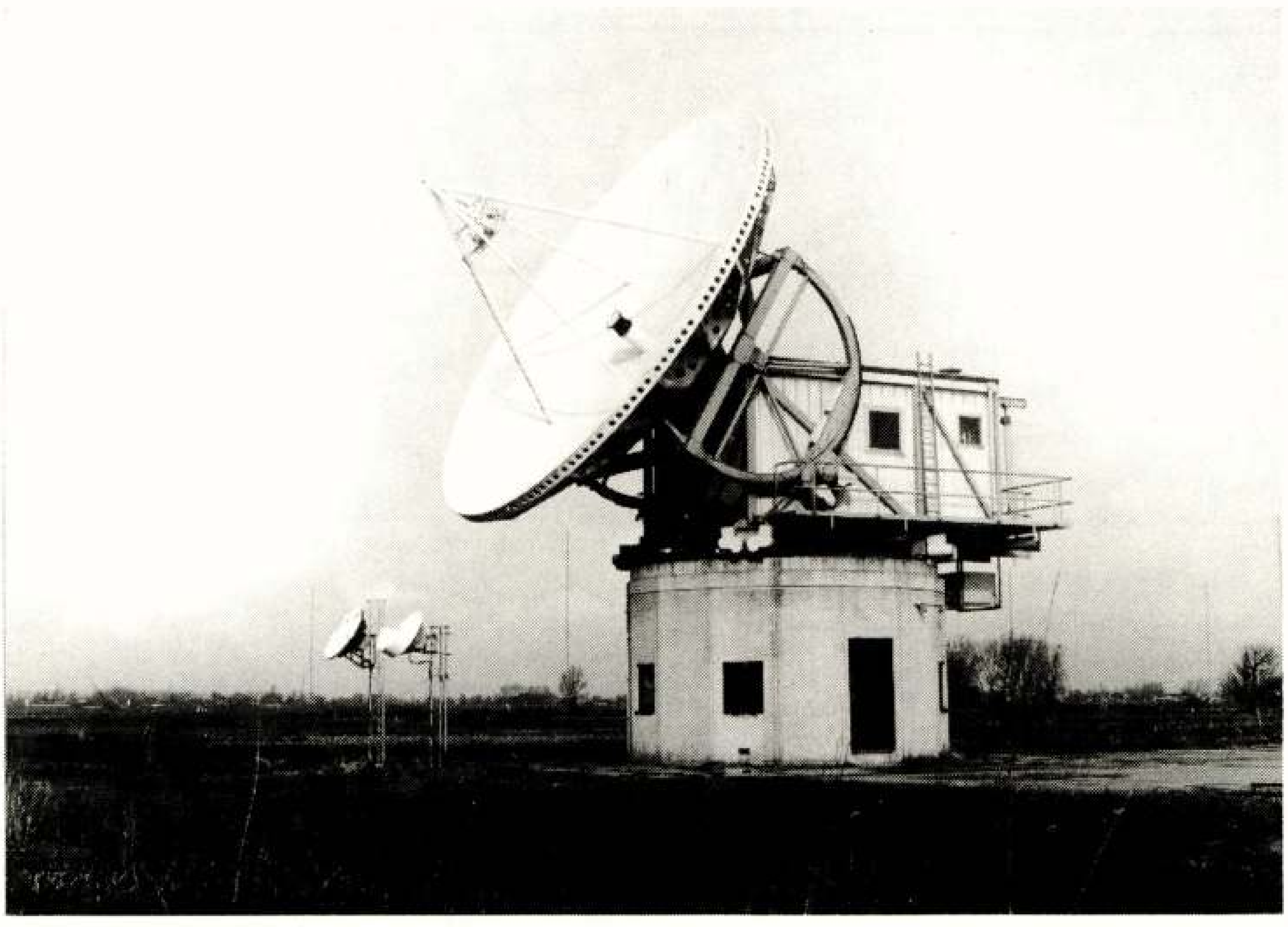


Fig. 1: het DNL-grondstation

Zijn lage verliezen,hoge vermogenscapaciteit, lijnlengte en robuustheid belangrijk,dan wordt overwegend de holle golfgeleider of golfpijp toegepast.Deze zijn meestal van koper of alluminium vervaardigd en worden soms aan de binnenkant voorzien van een dunne zilver of goud laagje.De rechthoekige en ronde golfpijp zijn de meest bekende varianten. (Marcuvitz,1951)

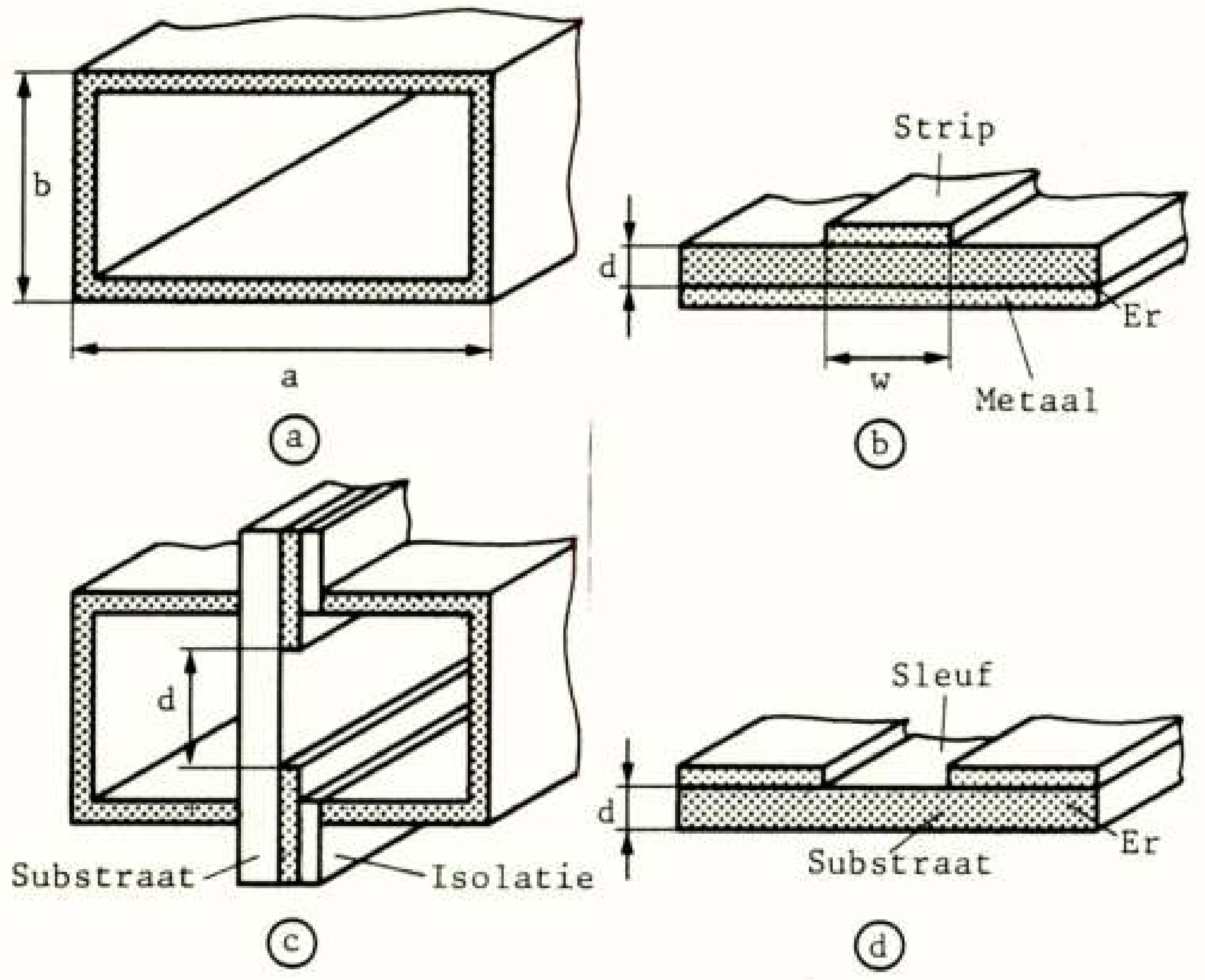


Fig. 2: voorbeelden van golfgeleiders
(a) metalen golfpijp,(b)microstrip,
(c) finline,(d) slotline

In grondstations kan in principe elk type golfgeleider worden aangetroffen;de golfpijp als transmissielijn en microstrip bijvoorbeeld als integraal onderdeel van de lage ruis ontvanger.

Voor een uitstekend (historisch)overzicht wordt verwezen naar de jubileumeditie van MTT(IEEE,1984)

ANTENNEBESTURING

Antennebesturing is een belangrijk aspekt van de grondstationtechnologie.Het moet ervoor zorgen,dat de hoofdbundel van de antenne op de satelliet gericht blijft.Windbelasting,gravitatie,stralenbuiging en satellietbewegingen zijn faktoren,die een ontoelaatbare degradatie van de verbinding kunnen veroorzaken.

Bijsturing van de antenne geschiedt in de regel automatisch("autotrack");daarbij wordt gebruik gemaakt van de baangegevens("programtrack") of van het satellietsignaal,meestal een speciaal baken. ("conical scan","steptrack","monopuls")

"NERA" is ondermeer uitgerust met een automatischvolgsysteem volgens het "multimode monopuls" principe:(Cook,1963)
Een speciale golfpijpschakeling vlak achter de hoorn, bestaande uit modekoppelaars samengevoegd tot een comperatornetwerk,zorgt ervoor,dat uit de richting, waarop het satellietsignaal de antenne invalt,de foutstand kan worden geanalyseerd.Door middel van deze schakeling wordt het antennesysteem in de hoofdrichting,naast de (gewone)maximale gevoeligheid, ook minimaal gevoelig gemaakt(fig. 3).

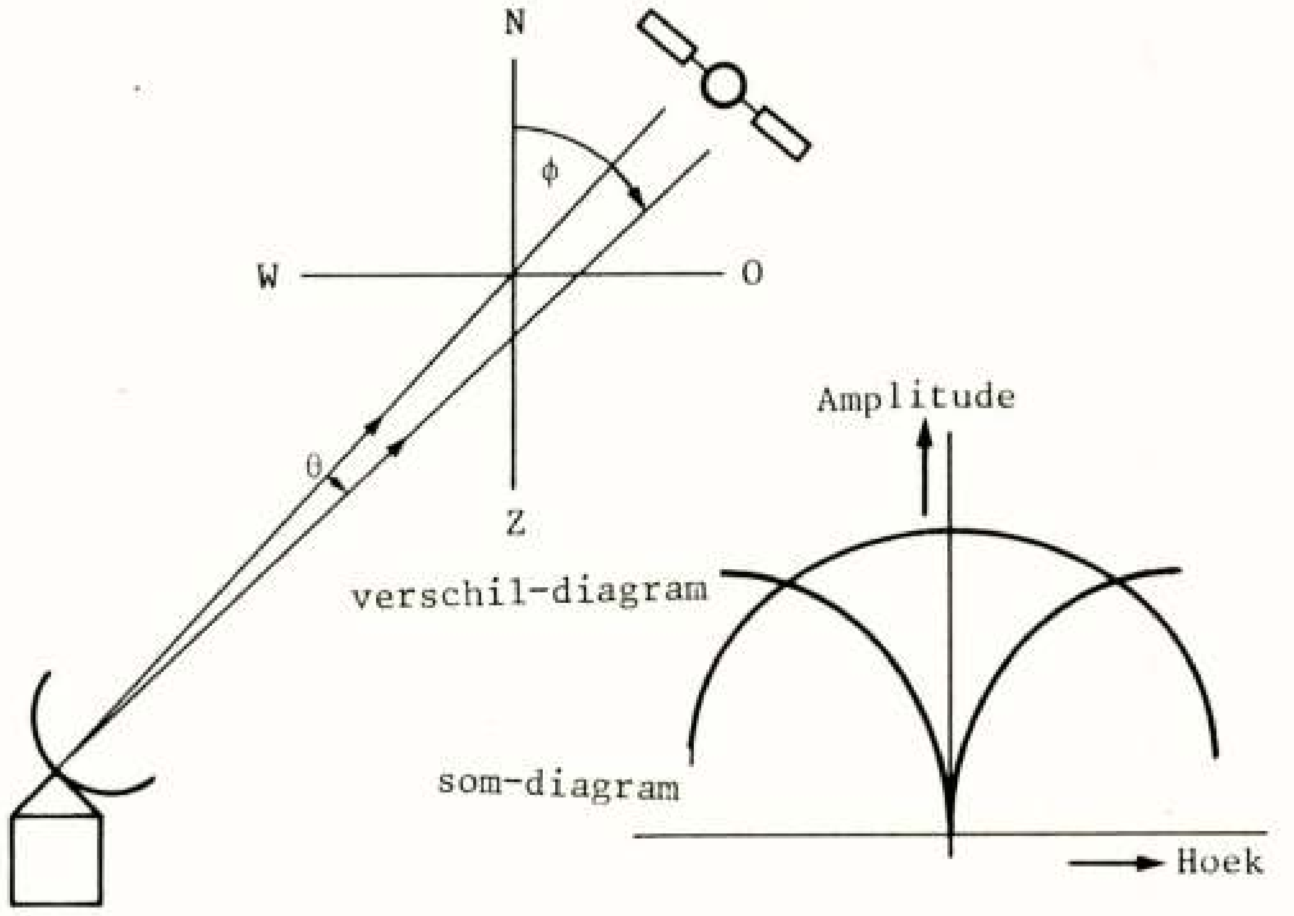


Fig. 3: som-en verschildiagrammen bij
monopulstracking

Om deze "dip" te realiseren worden hogere modi toegepast,die zo'n stralingsgedrag vertonen;in de aktuele,reciproke situatie worden deze modi aangestoten.In het geval van een lineair gepolariseerd bakensignaal zijn minimaal twee "tracking"modi nodig. In "NERA" wordt de TM_{01}-en TE_{21}-modus gebruikt resp. voor foutinformatie parallel en orthogonaal aan de polarisatierichting van het baken(fig.4).

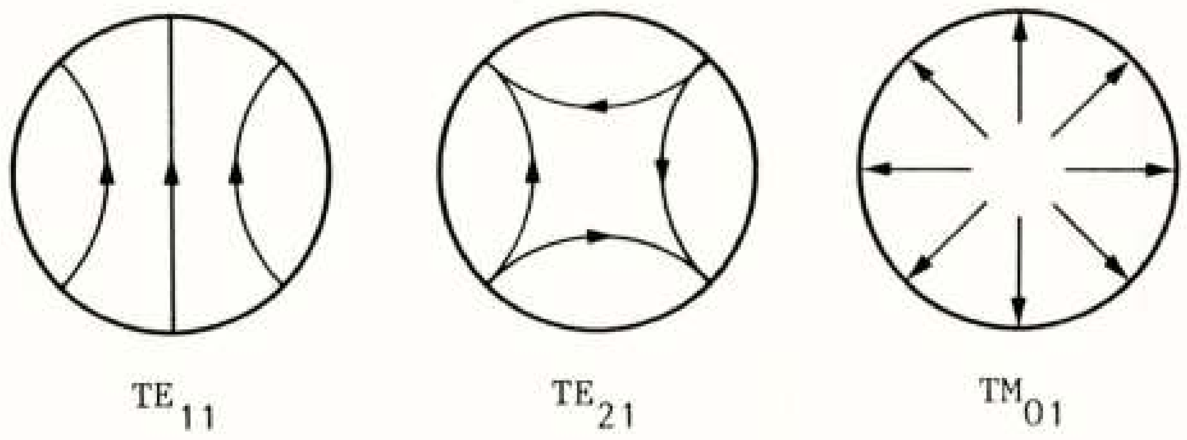


Fig. 4: modi in ronde golfpijp

Elke modus wordt apart uitgekoppeld en door de comparator gescheiden van het hoofdsignaal(TE_{11}), dat als referentie dienst doet
Amplitude en fase vergelijking met de referentie, welke rondom de hoofdrichting in amplitude en fase

vrijwel konstant is,geeft voldoende informatie.
De zgn. som-en verschilsignalen worden in een speciale gevoelige ontvanger "vertaald" in elevatie en azimuth correcties.

Monopuls werkt zeer nauwkeurig en snel.
Het is tevens ongevoelig voor amplitudevariaties in het bakensignaal;deze moet echter wel continue te ontvangen zijn (fading-marge).
"NERA" heeft bij rustig weer een trackingnauwkeurigheid beter dan een vijfduizendste van een graad.

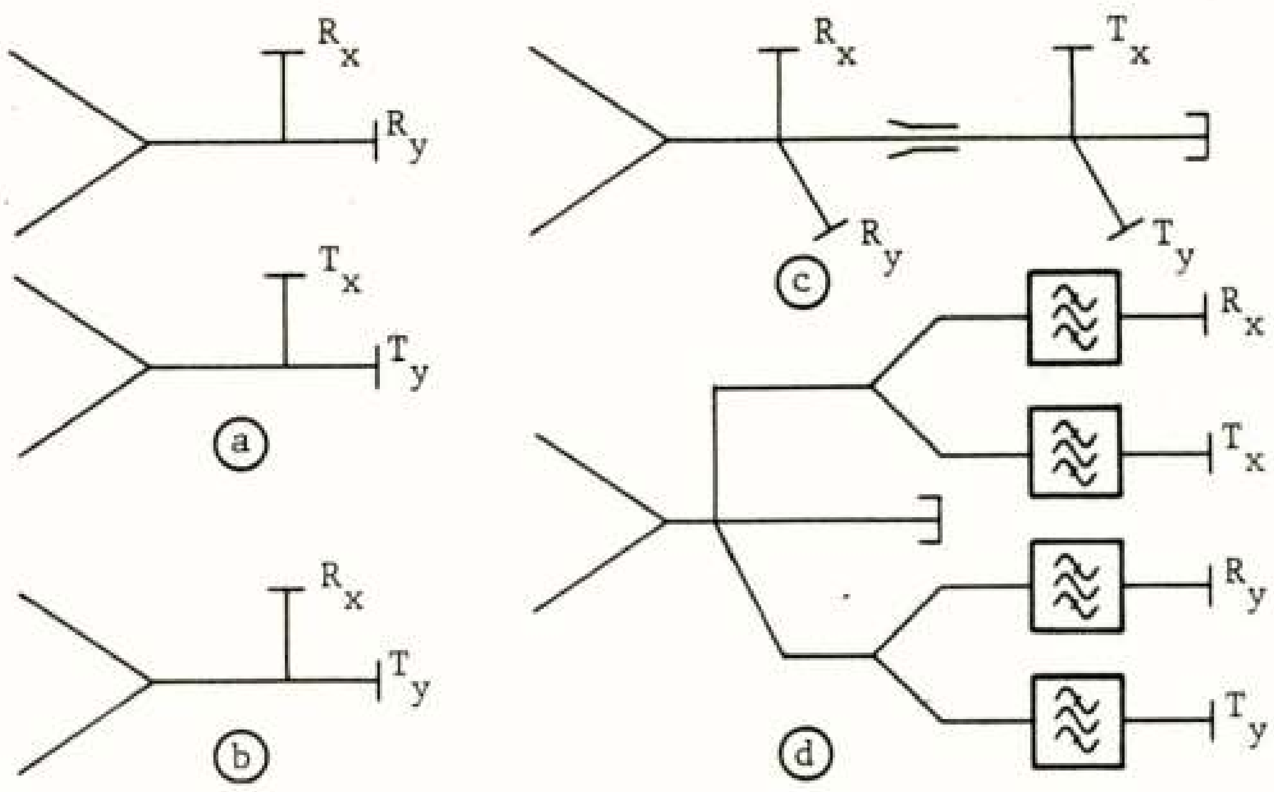


Fig. 5: voorbeelden van voedingsystemen

HET CENTRALE GOLFPIJPSYSTEEM

Achter de hoorn bevindt zich het belangrijkste en tevens interessantste aan "technological plumbing": het mode-extractienetwerk.
Er zijn drie funkties te onderscheiden:
- mode extractie en separatie bij monopuls autotrack;
- diplexer om de ontvang-en zendband te scheiden;
- orthomode transducing om de signalen te scheiden naar polarisatie.

Er zijn vele variaties mogelijk,waarop dit is te realiseren(fig. 5).

Het centrale golfpijpsysteem van "NERA" is opgebouwd in drie sekties(fig. 6):de modekoppelaars. Op de foto zijn de optelschakelingen te zien van de comparator c.q. orthomodetransducer.Aan de amplitude- en faseafregeling worden zeer hoge eisen gesteld.

De eerste sektie,vanaf de hoorn,is de TE_{21}-koppelaar, de tweede koppelt de TM_{01}-modus uit en is de orthomode transducer voor de ontvangband en de derde is de orthomode transducer voor de zendband.Een diameterstap tussen de eerste en de tweede sektie fungeert als modesperfilter voor TE_{21} en een diameterstap tussen de tweede en de derde vormt de diplexer.
Het geheel bestaat voor het grootste deel uit elektroformeerprodukten. (oppervlakte ruwheid:∿0.1 µm)
Hier volgen enkele eigenschappen:
- ontvangband: dissipatie < 0.3 dB ; vswr < 1.15
- polarisatie ontkoppeling: ontvangband > 50 dB
  zendband > 40 dB
- mode-separatie: $TE_{21} - TE_{11}$ > 45 dB
  $TM_{01} - TE_{11}$ > 45 dB

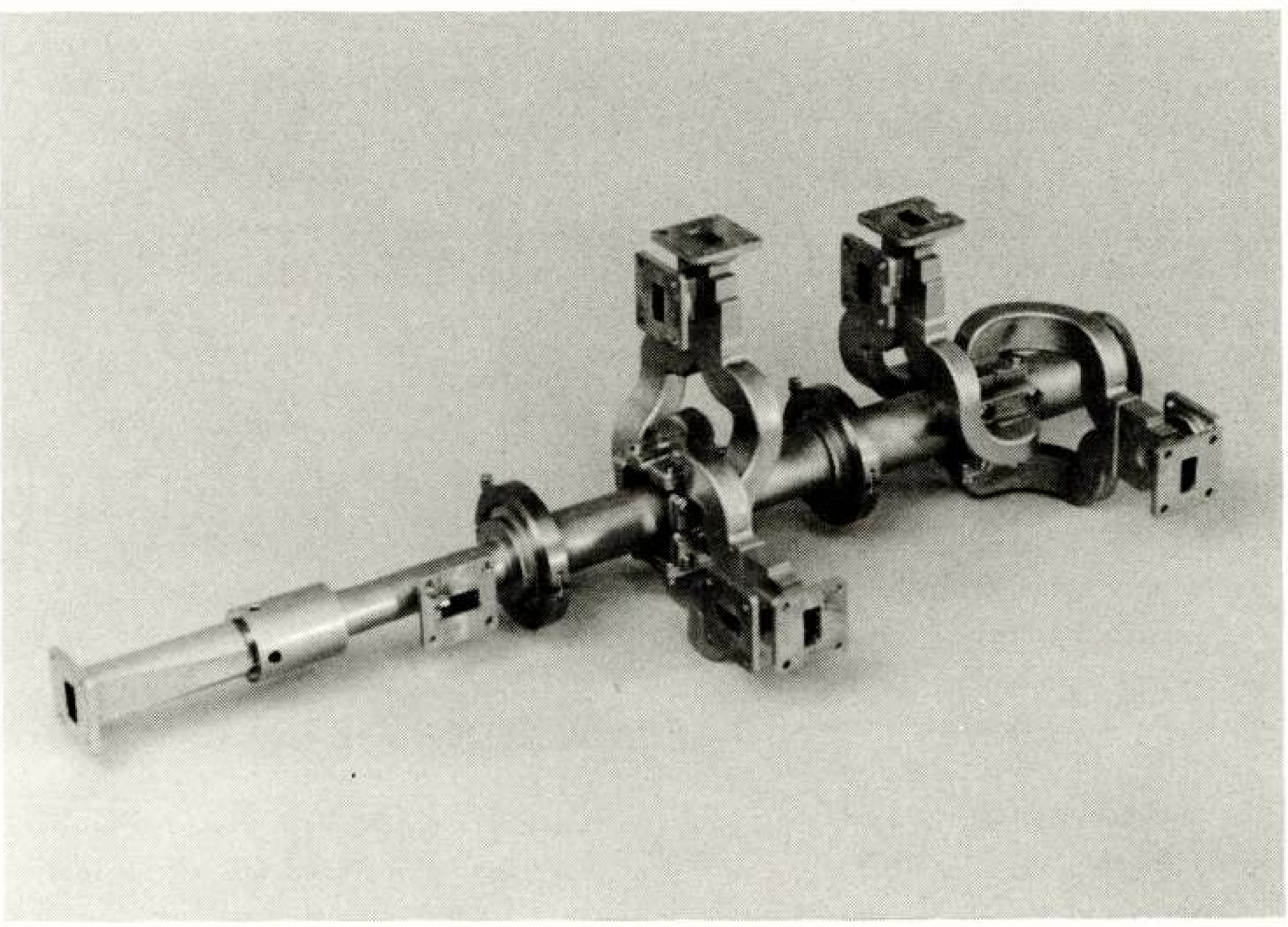


Fig. 6: mode-extractieschakeling

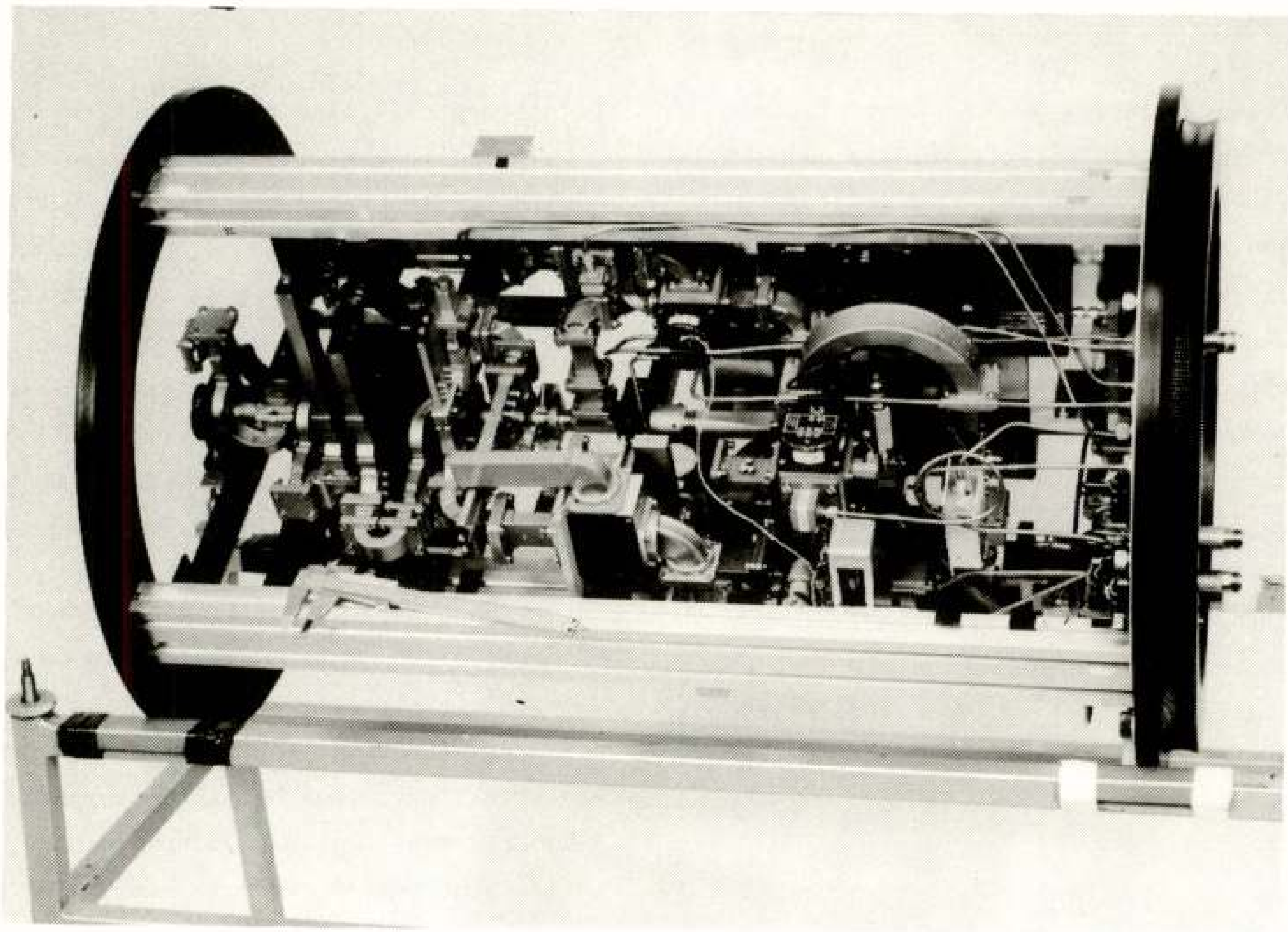


Fig. 7: de zend-en ontvanginrichting van het DNL-grondstation "NERA"

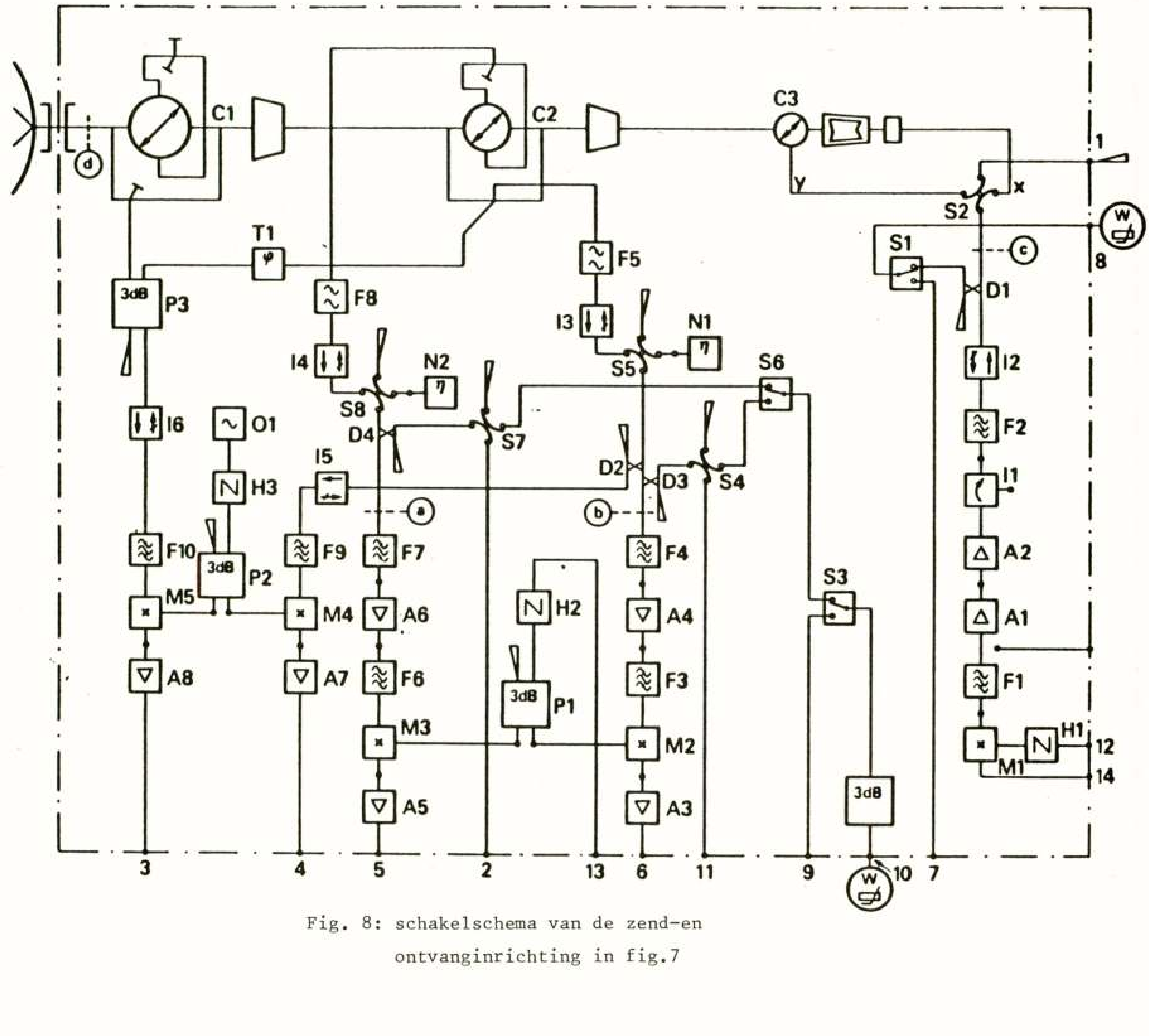


Fig. 8: schakelschema van de zend-en ontvanginrichting in fig.7

DE ZEND-EN ONTVANGINRICHTING VAN "NERA"

De zend-en ontvanginrichting van het grondstation "NERA" bevindt zich in een cilindervormige dubbele kooiconstructie.De interne cilinder is draaibaar, zodat hiermee polarisatie-uitlijning aan het baken eenvoudig mogelijk is. De effektieve ruimte is 80 cm lang en heeft een diameter van 30 cm.Door middel van een lanceerinrichting wordt deze kooi tegen de achterkant van de hoorn geschoven.De centrale golfpijpschakeling schuift daarbij in een draaikoppeling. Het draaien van de kooi is op afstand bestuurbaar en kan op een honderstegraad worden uitgelezen.

De schakeling staat afgebeeld in fig. 7.
Aan de hand van het blokschema in fig. 8 volgen enkele aantekeningen omtrent de werking .Ter verduidelijking wordt hieronder een lijst gegeven van de bouwstenen, die van een letter-cijfer combinatie zijn voorzien:

- modekoppelaars	C1,C2,C3
- filters	F1,...,F10
- versterkers	A1,...,A8
- isolators	I1,...,I6
- richtkoppelingen	D1,...,D4
- schakelaars	S1,...,S6
- hybrids	P1,...,P3
- "phase-locked"bronnen	H1,...,H3
- ruisbronnen	N1,N2
- vermogensensors	W1,W2
- Xtal.gest.oscillator	O1
- fasedraaier	T1

De trackingsignalen worden in quadratuur opgeteld en,evenals het referentiesignaal,naar 70 MHz geconverteerd(3,4).Een derde kanaal in de trackingontvanger wordt hierdoor uitgespaard.

De zend-en ontvanggedeelte is een heterodyne systeem ;de lokale oscillatoren zijn d.m.v. twee synthesizers(12,13) in stappen van 1 kHz te verstemmen. Zenden is alleen mogelijk in één polarisatierichting (X of Y).Er is geen redundantie aangebracht.

Om "NERA" te gebruiken als nauwkeurig gecalibreerde "vermogensmeter",wordt "pilot injection" toegepast.Deze methode heeft het voordeel,dat enkel het passieve deel van het grondstation gecalibreerd dient te worden; instabiliteit en veroudering van de aktieve onderdelen hebben geen invloed op de meetnauwkeurigheid.Het is een substitutiemethode, waarbij het te meten satellietsignaal alleen maar wordt gedetekteerd en de daadwerkelijke vermogensmeting aan het piloot-signaal wordt verricht.
Dit piloot-signaal,afkomstig van een zeer stabiel en goed gedefinieerde signaalgenerator,wordt in de ontvangschakeling geinjekteerd en aan het satellietsignaal in amplitude gelijkgemaakt. (2,11)
Een spektrumanalyzer heeft de funktie van monitor.
De te meten signalen zijn zeer zwak(tussen 10^{-10} en 10^{-14} Watt).Daarom is in de meetschakeling een grote koppelfaktor aangebracht voor de pilootinjektie, zodat de vermogensmeting aan een veel sterker signaal kan plaatsvinden.De in de schakeling aangegeven referentielijnen a,b,c en d hebben betrekking op de calibratie;tussen deze lijnen mag na calibratie niets meer worden gewijzigd.
De metingen zijn volledig geautomatiseerd.Een radiometer,die de ruistemperatuur in de richting van de satelliet meet,levert de demping op het trajekt.
Naast uitvoerige calibratie van de zend-en ontvanginrichting,is ook het antennesysteem aan een uitvoerig meetprogramma onderworpen.
Tot slot enkele gegevens van "NERA":

Trackingnauwkeurigheid : < 0.05 dB
ontv.b.:11.4-11.7 GHz;zendb.:14.-14.37 GHz
Communicatie :
EIRP : ∿ 72 dBW
G/T : ∿ 30 dB
X/Y ontk.zendb.: > 35 dB
,, ontv.b. : > 40 dB
out of band emission: < - 10 dBW/4kHz
Meetnauwkeurigheid in rss :
EIRP : ± 0.65 dB
XPD(baken):±0.75 dB
Cochannel interference:± 0.46 dB
Stabiliteitsmetingen:± 0.16 dB

Literatuur

1. J.S. Cook,R.Lowell,"The Autotrack System," Bell Syst. Techn.J. ,Vol. 42,no 7, pp 1283-1307,juli 1963
2. E.Herter,H.Rupp,Nachrichten übertragung über Satelliten. Berlijn:Springer,1979
3. N.Marcuvitz, Waveguide Handbook.
MIT Radiation Laboratory Series,Vol. 10.
New York: Mc Graw-Hill,1951
4. W.V.T.Rusch,"The Current State of the Reflector Antenna Art,"
IEEE Trans.Antennas propagat.,Vol.AP-32,no 4, pp 313-329,april 1984
5. Speciale jubileumeditie,IEEE Trans.Microwave Theory Techn.,Vol.MTT-32,no 9,sept.1984

Voordracht gehouden tijdens de 327e werkvergadering.

HET MEERVOUDIG GEBRUIK VAN HET BREDE BAND SATELLIET-KANAAL

A. Kegel en J.H. Bons
Technische Hogeschool Delft

A wide-band broadcast transponder can be used for the successive or simultaneous delivery of TV and tele-information services. In this context the reliability of the wide-band broadcast channel is discussed, concepts of various multiplex systems in relation to PAL and MAC standards are dealt with and the outline of a possible experiment with the Olympus satellite is given.

1. Inleiding

In dit artikel wordt in het bijzonder uitgegaan van het brede-band satelliet kanaal dat in de eerste plaats is ingericht voor de overdracht van een analoog TV-signaal. Gelijktijdig of in afwisseling met dit TV-signaal kunnen ook andere signalen als dragers van informatie voor velerlei tele-informatiediensten in dit kanaal worden getransporteerd. Deze signalen kunnen echter sterk verschillen in benodigde kanaalcapaciteit, signaalvorm (analoog, digitaal) en kwetsbaarheid voor storingen. Zo zal als gevolg van fading een geringe verminking van een TV-beeld of zelfs een korte onderbreking van een TV-programma in het algemeen minder ernstig zijn dan het optreden van een enkele ongecorrigeerde bit-fout in een signaal dat computer-software overdraagt.

Nu het link-budget van het satellietkanaal in de eerste plaats is opgesteld voor het niet zo kwetsbare analoge TV-signaal heeft dit konsekwenties voor de meer kwetsbare andere diensten, zoals in het volgende hoofdstuk zal blijken.

Door het beschikbaar komen medio '87 van de Olympus-satelliet, die speciaal bestemd is voor het doen van experimenten, bestaat er een mogelijkheid ervaring op te doen met het aanbieden van een gevarieerd dienstenpakket. Voor het uitwerken van deze mogelijkheid hebben een aantal geïnteresseerden zich in de loop van 1983 verenigd in de zgn. "Projektgroep Olympus".
De projektgroep, die bestaat uit leden afkomstig van VNU, TH-Delft, TH-Eindhoven, PTT, ITT en Intercai, bereiden een experiment voor dat bestaat uit het aanbieden van een dienstenpakket via de omroep-transponder van de Olympus-satelliet.

Het signaal dat de omroep-transponder uitzendt kan ontvangen worden door kabelkopstations (waardoor een koppeling van kabelnetten verkregen wordt) en door individuele DBS (Direct Broadcasting Satellite) ontvangers. Het experiment van de projektgroep is gericht op ontvangst en doorgave van de informatie in het experimentele twee-weg kabelnet in Zuid-Limburg en op ontvangst door een tiental experimentele individuele DBS ontvangers (met schoteldiameter van 90 cm of kleiner). Het dienstenpakket, dat nog aan veranderingen onderhevig is, zag er bij het begin van de voorbereidingen (medio '83) uit zoals weergegeven in tabel 1.

1.	TV, bewegend beeld en geluid Analoge transmissie
2.	Stilstaande TV-beelden Digitale beeldgeheugens Analoge transmissie
3.	Full channel teletekst Stilstaande grafische beelden Repeterende beeldmagazijn Digitale transmissie
4.	Audiografie Grafische groeibeelden en geluid Digitale transmissie
5.	Tele-software Digitale transmissie

Tabel 1: Dienstenpakket

De diensten, genoemd in tabel 1, vormen een onderdeel van het dienstenpakket dat een abonnee van het Zuid-Limburgse kabelnet zal bereiken via het Home Information System (HIS).

De doelstelling van de Projektgroep Olympus is te onderzoeken in hoeverre de aangeboden diensten exploiteerbaar zijn. Hierbij komen aan de orde het aspect van de technische voorzieningen (adressering, verrekening, wachttijd) en het marktaspect (vraag en aanbod informatie) terwijl rekening gehouden moet worden met wat er gaande is in de media-wetgeving.

2. De betrouwbaarheid van het omroep-satellietkanaal

De beschikbaarheid van het omroep-satellietkanaal wordt beperkt door het optreden van eclips, zoninstraling in de ontvangantenne en extreme regendemping. Hiervan zullen we aan het laatstgenoemde verschijnsel de meeste aandacht besteden omdat we daarvan de meeste hinder ondervinden mede als gevolg van de moeilijke voorspelbaarheid van dit verschijnsel.

2.1 *Eclips*

Voor een satelliet die geplaatst is in een geostationnaire baan treedt tweemaal per jaar de situatie op dat de aarde zich tussen zon en satelliet bevindt met als gevolg dat de zon geen energie aan de zonne-

cellen kan leveren. Voor satellieten die een betrekkelijk gering vermogen afnemen (communicatie satellieten) kan zo'n eclips worden opgevangen door de aanwezigheid van batterijen in de satelliet. Bij grote Direct Broadcasting Satellites (DBS) is dit vanwege de benodigde hoeveelheid energie in het algemeen moeilijk uitvoerbaar.

Een eclips kan een duur hebben van enkele seconden tot ruim een uur in de perioden van 5 maart tot 5 april en 5 september tot 5 oktober. Het tijdstip van optreden van een eclips voor een satelliet die op 19° WL staat (zoals de Olympus) is ruimschoots na 12 uur 's nachts zodat de hinder hiervan voor het ontvangen van een omroepprogramma niet al te groot is. De onderbreking kan voor andere informatiediensten wel bezwaarlijk zijn.

2.2 *Zon-instraling*

Een ander fenomeen, dat oorzaak is van een onderbreking in de beschikbaarheid van het satellietkanaal, is het op één lijn komen van zon, satelliet en aardse ontvangantenne. Door het optreden van een zeer hoge ruistemperatuur aan de ontvanger-ingang (vele duizenden graden Kelvin) kan de draaggolf-ruisverhouding een zodanige lage waarde aannemen, dat goede detectie van het signaal onmogelijk wordt. Zon-instraling treedt op gedurende 4 dagen rond 21 maart en 21 september. De duur is maximaal 8 à 9 minuten en het tijdstip van optreden is vroeg in de middag. Dit is een tijd van de dag waarbij in het algemeen de onderbreking van een omroepprogramma niet al te bezwaarlijk is. Het kan wel bezwaarlijk zijn bij andere informatievoorzieningen.

2.3 *Regendemping*

Omroep-satellieten maken gebruik van de frekwentiebanden 18 en 12 GHz voor resp. up- en down link. Voor die frekwenties treedt in de atmosfeer demping op voor de zich voortplantende EM-golven. Deze demping wordt veroorzaakt door de aanwezigheid in de atmosfeer van gassen (waaronder zuurstof en waterdamp) en van water. De meeste hinder wordt ondervonden van het in de atmosfeer aanwezige water. De hinder van water in de vorm van wolken (mist) is nog relatief gering (ca. 0,3 dB/km bij 18 GHz). Als water de vorm van regen aanneemt wordt het ernstiger. Bij stortbuien kunnen dempingen van 15 dB en hoger optreden. Door voldoende fading reserve aan te houden kan de beschikbaarheid van het satellietkanaal tot zekere grenzen gewaarborgd blijven. Door de WARC (World Administrative Radio Conference) in 1977 in Genève is voor omroepsatellieten een beschikbaarheid van tenminste 99% van de slechtste maand vastgesteld. De fadingreserve moet dus zodanig zijn dat in het ter plaatse heersende regenklimaat aan deze voorwaarde wordt voldaan. Rekening houdend met het relatief gunstige regenklimaat in Nederland ten aanzien van het optreden van hevige regenbuien betekent dit voor Nederland een beschikbaarheid van 99,75% per jaar [1].
Dit houdt in dat aan de door WARC gestelde norm voldaan wordt als in totaal voor maximaal 21 uur per jaar het satellietsignaal met onvoldoende sterkte ontvangen wordt; met andere woorden: het satellietkanaal is voor een maximum van 21 uur per jaar niet beschikbaar voor het leveren van diensten.

Belangrijk voor fadingbestrijding is de tijdsduur waarover een optredend geval van diepe regenfading zich uitstrekt. Van het Sirio experiment (11,6 GHz) is bekend dat als een fading van 10 dB optreedt dit in 48% van de gevallen langer duurt dan 300 seconden en een fading van 15 dB kan in 65% van de gevallen langer duren dan 100 sec (tabel 2).

Fade duration (seconds)	Fraction of total fading time for given fade level		
	3 dB	10 dB	15 dB
> 10	97%	95%	90%
> 50	90%	85%	74%
> 100	87%	78%	65%
> 300	72%	48%	0%

Tabel 2: Fading-duur op 11,6 GHz, Sirio experiment, Italië [2]

Statistische gegevens van de OTS-satelliet laten bij een frekwentie van 11,8 GHz een gemiddelde tijdsduur van 70 sec. zien voor een regenfading met een diepte van 5 dB [3].

Het aantal gevallen per jaar dat zulke diepe regenfadingen optreden is gelukkig nogal beperkt. Radiometrische observaties op 11,4 GHz geven aan dat voor een elevatiehoek van 33° in Leeheim (W. Duitsland) dempingen van 5 dB in 4 jaar tijd niet vaker zijn opgetreden dan 31 maal [4].
In 49% van de gevallen duurden deze fadingen langer dan 10 minuten.

Het gebeurt dus niet zo vaak dat een diepe fading optreedt. Dit geldt zeker voor Nederland waar hevige regenbuien betrekkelijk zeldzaam zijn. Treden ze echter op dan is de duur van dien aard dat met voorwaartse foutcorrectie-technieken niet veel te bereiken is. Men is dan aangewezen op een "side diversity" techniek (twee ontvangantennes die verder dan de omvang van een bui uit elkaar staan), het voor lief nemen van een hiaat (zoals bij TV) of op herhaling van de informatie (zoals bij Teletekst en dergelijke consultatiediensten).

Wanneer de beschikbaarheid van een satellietkanaal wordt bepaald door het daarover te vervoeren TV-signaal dan moet men rekening houden met onderbrekingen die voor het TV signaal hinderlijk maar voor andere diensten onaanvaardbaar kunnen zijn.

3. Link budget, fading reserve

ESA geeft in zijn L-sat users guide [5] een aantal voorbeelden van link budgets.

Het voorbeeld voor het European TV2/A2 channel [5, pag. 17] geeft een down-link budget voor resp. directe (DBS) ontvangst met een schotel van 90 cm en voor kabel-TV ontvangst met een schotel van 3 m middellijn. In het eerste geval is de fading reserve 3,1 dB en in het tweede geval 9,1 dB (uitgaande van een detectiedrempel die ligt bij een draaggolf-ruisverhouding van 8 dB).

Voor de up-link wordt een draaggolf-ruisverhouding van 20 dB aangehouden [5, pag. 10].

Deze getallen geven aan dat diepe regenfadingen, zoals besproken in de voorgaande paragraaf inderdaad aanleiding kunnen geven tot hiaten in de dienstverlening.

4. Capaciteit van het satellietkanaal bij toepassing van PAL- en MAC kodering

Bij de dimensionering van het satellietkanaal voor DBS-ontvangst van omroepprogramma's is aanvankelijk gekozen voor een analoge FM-methode met een bandbreedte van 27 MHz. Op deze wijze kunnen met een goede kwaliteit PAL en SECAM gekodeerde signalen worden overgedragen.

Uitgaande van de Britse teletekst norm is bij volledige bezetting van alle TV-lijnen met digitale informatie in principe een capaciteit beschikbaar van 6,9375 Mb/s. Wanneer de ruimte in de raster- en lijnblanking periode benut wordt voor het laten "mee-liften" van digitale informatie met het analoge TV-signaal dan is hier voor een capaciteit beschikbaar van ongeveer 750 kb/s.

Op dit moment worden voorstellen gelanceerd door de EBU (European Broadcasting Union) om het analoge TV-signaal anders gekodeerd over te zenden. Basis van alle voorstellen is om de helderheid- en kleurinformatie gescheiden van elkaar over te dragen. Hiertoe wordt deze informatie in tijd gecomprimeerd en in twee afzonderlijke delen van een TV-lijn overgezonden. Aan deze methode is de naam MAC (Multiplex Analogue Components) toegekend. Aanvullend kan op diverse wijzen (A-, B-, C- of D-MAC) geluid en data worden toegevoegd [6,7].

Bij de C-MAC methode wordt de HF-draaggolf voor een deel van de lijntijd FM gemoduleerd met analoge beeldinformatie en voor het resterende deel van de lijntijd (ca. 10 µsec.) wordt dezelfde HF draaggolf digitaal gemoduleerd volgens een 2-4 PSK methode met een combinatie van digitaal geluid en data. Hierbij komt voor geluid en data een capaciteit beschikbaar van 3 Mb/s. Wanneer bij C-MAC de gehele lijntijd gebruikt zou worden voor 2-4 PSK datatransmissie dan komt een capaciteit beschikbaar van 20,25 Mb/s.

Een DBS-ontvanger, die een bandbreedte bezit van 27 MHz en is ingericht volgens de C-MAC norm, kan profiteren van een betere beeldkwaliteit en een ruimer data-aanbod.

In een kabelnet moet vanwege de beperkte capaciteit in een TV-kanaal (7 à 8 MHz bandbreedte) geselekteerd worden uit het data-aanbod. Tevens dient voor bezitters van PAL-ontvangers het signaal geconverteerd te worden naar de PAL norm.

5. Het multiplexen van de verschillende informatiestromen

Voor het multiplexen van verscheidene informatiestromen doen zich een aantal mogelijkheden voor die aan de hand van het C-MAC voorstel en de huidige teletekst norm behandeld kunnen worden.

5.1 Multiplexen volgens het C-MAC voorstel

In het EBU-voorstel van de C-MAC norm [6,7] wordt voorgesteld de data pakketsgewijs te verzenden en wel in 751 bits per pakket. Elk pakket is voorzien van een adres waarmee de bestemming van het pakket aangegeven kan worden (Fig. 1).

1	2	3	4	5

1. Address 10 bits
2. Continuity 2
3. Protection 11
4. Packet type 8
5. Data 720

751 bits

Fig. 1: Samenstelling C-MAC datapakket

De pakketten worden verstuurd volgens het "Polling" principe. Hierbij worden beurtelings de buffers, waar de informatie-aanbieders hun informatie tijdelijk in opslaan, gecontroleerd op de aanwezigheid van een volledig pakket en indien volledig wordt zo'n pakket verzonden. Het is mogelijk prioriteiten aan te wijzen indien bijv. voor geluid een gegarandeerde kanaalcapaciteit nodig is. Protektie van het adres is noodzakelijk omdat bij het optreden van een fout hierin het pakket zijn bestemming niet bereikt en op een verkeerde bestemming terecht kan komen.

In het C-MAC voorstel wordt er, met uitzondering van lijn 625, geen betekenis gehecht aan de lijn-indeling van het TV-raster. Alléén lijn 625 wordt gebruikt als een informatiekanaal voor het geven van "service identification".

5.2 Multiplexen binnen de huidige teletekst norm

Bij de huidige teletekst norm beslaat een teletekst pakket precies een TV-lijn (Fig. 2). Tevens bevat een pakket juist de hoeveelheid tekens die nodig zijn voor de presentatie van een regel tekst op het TV-scherm.

1	2	3	4	5

1. Clock run-in	16 bits
2. Frame code	8
3. Row-Magazine/address	16
4. Data	320
	360 bits

Fig. 2: Samenstelling Teletekst-pakket

Een teletekst dienst is uitgerust met een uitgebreide regel-, pagina- en magazijnnummering. De kopregel van een pagina (regel "0" kan behalve voor paginanummering en tijd-aanduiding gebruikt worden voor het aangeven van een bestemming.

De gebondenheid van een teletekst-dienst aan daartoe aangewezen TV-lijnen biedt de mogelijkheid een aantal van deze diensten tegelijk door te geven mits er afspraken gemaakt worden over de toewijzing van de TV-lijnen. Het is in dit verband denkbaar een TV-lijn te gebruiken als dienstkanaal met vermelding van de gemaakte afspraken over de toewijzing, waarbij de toewijzing - eventueel dynamisch - aan veranderingen onderhevig kan zijn.

Het is overigens ook mogelijk binnen één Teletekst-dienst verscheidene sub-diensten door te geven (bijv. audiografie) mits er binnen de Teletekst dienst afspraken gemaakt worden over de pagina-toewijzing.

Verder kunnen TV lijnen toegewezen worden aan diensten die een geheel ander karakter dan Teletekst dragen, zoals bijv. een dienst die stilstaande videobeelden aanbiedt en daartoe TV-lijnen gebruikt die een analoog video-signaal vervoeren.

6. Dienstenpakket

Een experiment met het dienstenpakket van tabel 1 moet gegevens opleveren over de exploiteerbaarheid van deze diensten. Enkele aspecten die hierbij van belang zijn alsmede de beschrijving van een technisch concept voor een experiment komen in dit hoofdstuk aan de orde.

6.1 Bereikbaarheid gebruikers

Belangrijk voor de prijs van de aangeboden diensten is het bereiken van een zo groot mogelijke gebruikersgroep. Nu zijn in Nederland 60% van de TV-huishoudens aangesloten op een kabelnet terwijl dit aandeel voor Europa 24% is [8]. Door de diensten aan te bieden d.m.v. een omroep-satelliet kunnen niet alleen de kabel-abonnees bereikt worden (koppeling van kabelnetten d.m.v. satelliet) maar is ook individuele DBS-ontvangst mogelijk.

6.2 Interaktiviteit

Voor diensten, die concultatief van aard zijn, is een individuele adressering en een faciliteit voor de individuele afrekening van de afgenomen hoeveelheid informatie essentieel. Het dienstenpakket van tabel 1 bevat zulke diensten. In het experiment zal dus voorzien moeten worden in een retour-kanaal voor aanvraag en verrekening van de gewenste informatie. Ook met het technisch ontwerp van het multiplex-systeem zal rekening gehouden moeten worden met een individuele adresseermogelijkheid.

6.3 Technisch concept dienstenexperiment

In fig. 3 is een schematische voorstelling gegeven van het technisch concept van een dienstenexperiment. Links in de figuur staan de diensten aangegeven die genoemd zijn in het dienstenpakket (tabel 1). Rechtsboven in de figuur is de satelliet-ontvanginrichting van een kabelnet afgebeeld. Met behulp van de demultiplexer kiest de exploitant van het kabelnet één dienst (bijv. een audiografieprogramma) uit het totaal aanbod uit en converteert het bijbehorende signaal naar een standaard PAL-gekodeerd video-signaal.
Via één van de beschikbare kanalen (1) in het kabelnet kan dit signaal de consument bereiken.
Via kanaal (2) kiest de exploitant zoveel diensten als de bandbreedte van dit kanaal toelaat. Om dit signaal te kunnen verwerken dient de consument zelf over de nodige convertoren met de daarbij behorende geheugens te beschikken.
Een dergelijke set convertoren is rechts onder in de figuur getekend. Weergegeven zijn een normale PAL dekoder, een dekoder voor audiografiesignalen, een geheugen voor stilstaande videobeelden en een teletekst dekoder. De signalen bereiken de de-multiplexer òf via kabelkanaal (2) òf via een DBS-ontvanger, waarbij in principe het informatie-aanbod via de DBS-ontvanger groter kan zijn dan via het smallere kabelkanaal.

De consument kan interaktief gebruik maken van de aangeboden diensten door zelf een keuze te maken uit het aanbod. Hiervoor moet er een (smalbandige) verbinding met het dienstencentrum aanwezig zijn. Dit kan gerealiseerd worden via het retourcircuit van een tweeweg kabelnet en een (smalbandige) verbinding van kabelkopstation naar het dienstencentrum.

Bij DBS-ontvangst is keuze via het telefoonnet een mogelijkheid. In het dienstencentrum kan de identificatie-kode van de consument gekoppeld worden aan de gekozen informatie [9], terwijl tevens aldaar de kosten voor de geleverde diensten - per consument - geregistreerd kunnen worden.

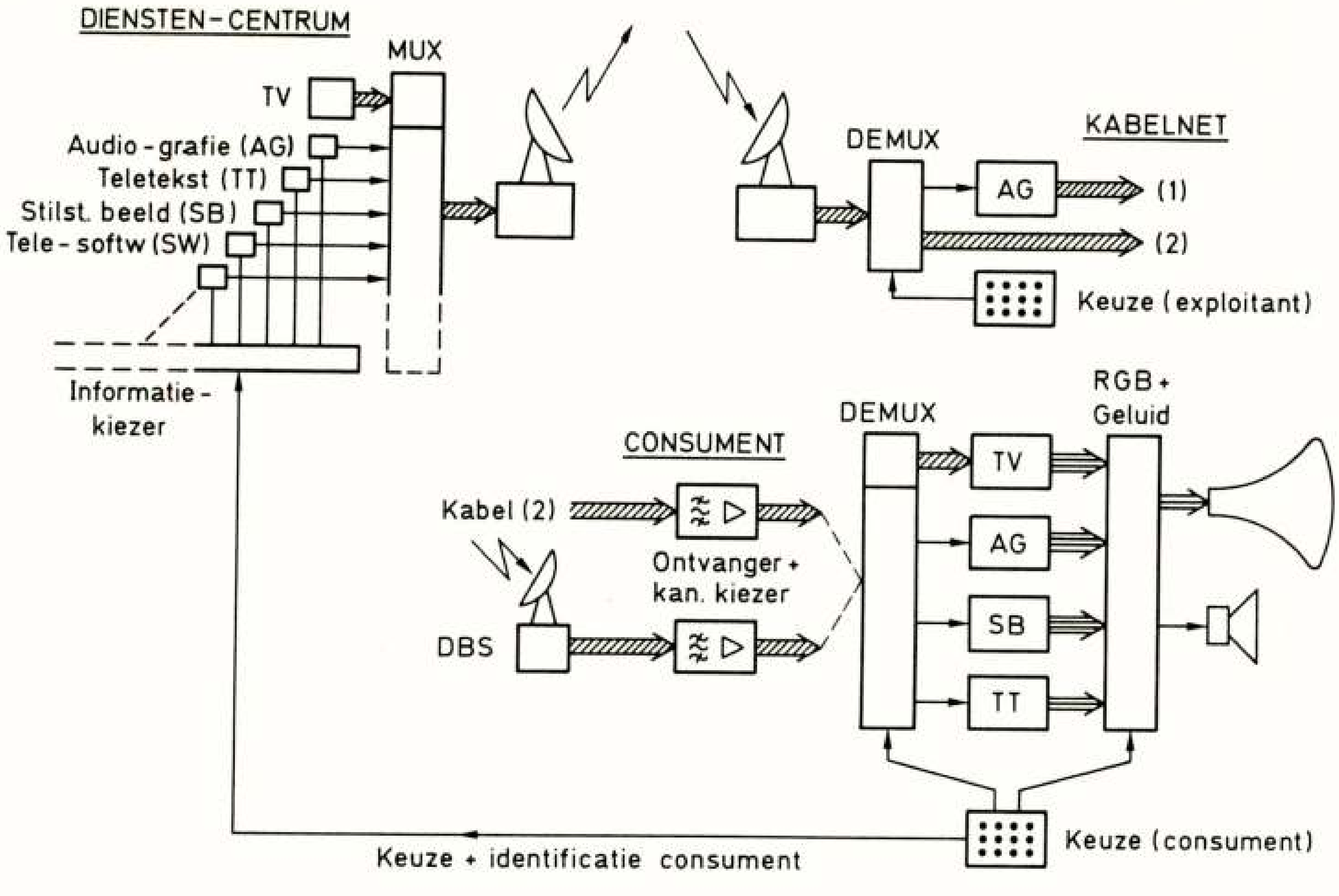


Fig. 3: Technisch concept dienstenexperiment

Conclusie

Wanneer het brede band satellietkanaal, dat is ingericht voor directe TV-ontvangst, gebruikt wordt voor de aanbieding van tele-informatiediensten dan kan het optreden van eclips, zoninstraling en diepe regenfading oorzaak zijn van korte of langer durende onderbrekingen van deze diensten.

Op het gebied van kodering en multiplexing zijn nieuwe ontwikkelingen in gang gezet. Naast PAL en SECAM dient zich nu ook de MAC-norm aan met als varianten A, B, C en D-MAC. Naast een betere TV-kwaliteit biedt C-MAC een capaciteit van 3 Mb/s voor de overdracht van geluid en data. Bij het PAL-systeem is deze (extra) capaciteit ca. 0,75 Mb/s.

Medio 1987 zal de Olympus-satelliet in zijn geostationnaire baan gebracht worden. Van deze satelliet kan gratis gebruik gemaakt worden voor het doen van experimenten. De "projektgroep Olympus" is bezig een voorstel uit te werken voor een experiment waarbij met gebruikmaking van de omroep-transponder van de Olympus een dienstenpakket op zijn exploiteerbaarheid zal worden getoetst.

Tot slot betuigen de auteurs hun dank aan de leden van de "Projektgroep Olympus" voor de beschikbaar gestelde informatie en voor de met hen gevoerde stimulerende discussies.

Referenties

1. J. Neessen, M. Reinders, The experimental earth station of the Netherlands PTT and results of propagation measurements with the Sirio satellite, Alta Frequenza, Vol. XLVIII, 6, 377-383.
2. CCIR, Vol. V 1982, Report 564-2, pag. 361
3. P.A. Watson, F. Dintelmann, N.J.Mc Ewan, Propagation experiments with the OTS satellite, Interim Eutelsat Report, Febr. 1983
4. CCIR, Vol. V, 1982, Report 564-2, pag. 360
5. ESA, L-sat users guide, UG-6-1, part 3, broadcast mission, ESTEC, Noordwijk, December 1982
6. EBU, Television standards for 625 line 12 GHz satellite broadcasting, Doc. 10-11S/38-E, 20 June 1983
7. H. Mertens, D. Wood, The C-MAC/packet system for direct satellite television, EBU-review, technical, no. 200, August 1983
8. J. Vos, Nieuwe media en beleid, een Europese Inventarisatie, Media Info, VNU, Amsterdam 1983
9. G. van Ditzhuyzen, Ditzitel informatiedienst, VNU - Nieuwe Media, Amsterdam, 1984

Voordracht gehouden tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (327), de Sectie Telecommunicatietechniek van het KIVI, de IEEE Sectie Benelux en de Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart op 27 november 1984 in het gebouw voor Elektrotechniek van de Technische Hogeschool te Eindhoven.

The 6th Symposium on Information Theory in the Benelux, May 23-24, Mierlo the Netherlands.

The 6th Symposium onInformation Theory in the Benelux was held in Mierlo, the Netherlands on May 23-24, 1985.

The purpose of the Benelux Symposia on Information Theory, which are held every year, is to bring together on a regular basis researchers in information theory from various centers within the Benelux. At these Symposia researchers are given the opportunity to present a talk on their recent work. Moreover, the Symposium is meant to be a regular meeting place for workers in information theory from Belgium, The Netherlands and Luxemburg, where they can exchange ideas and maintain personal contacts. Finally, the ultimate goal of these Symposia is to promote and stimulate research in the field of information theory within the Benelux.

The total number of attendees was 75. The total number of papers presented was 25. All papers were presented in English. The program was divided into seven sessions:
1) Estimation and detection theory,
2) Coding for memories with defects,
3) Coding,
4) Picture coding,
5) Source coding,
6) Channel coding,
7) Multi-user theory.

Much of the current research is directed to the subject of multi-user information theory, i.e. the branch of information theory that pertains to communication networks. The results of this research may be relevant to computer networking and, in particular, to distributed computation and data flow machines. In this respect we were privileged that Prof. A.Lohmann (Erlangen) accepted the invitation to be quest lecturer at the Symposium. Prof. A.Lohmann is well known for his work on the digital optical computer, a device that would allow for a high degree of parallel computation.
The conference proceedings (in English) has 26 contributions and 222 pages. It can be ordered by sending ƒ 25,- (cash or check) to

Dr. A.J. Vinck
Department of Electrical Engineering
Eindhoven University of Technology
P.O.Box 513
5600 MB Eindhoven, The Netherlands.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Ir. A.J. van den Berg, Baroniehof 43, Helmond.
Ir. F. van de Woestijne, Kolhornseweg 25, Hilversum.

Nieuwe leden

Ir. J.W.Kolthof, Estafettestraat 12, Enschede.
Ir. F.Kuperus, Van Swindenstraat 64, Utrecht.
Ir. D.A. van der Meij, Julianastraat 15, Enschede.
Ir. K.H.W. Pasman, Sparrenweg 9, Arnhem.

Nieuwe adressen van leden

Dr.ir. F.J.F. van Odenhoven, Hulsterdreef 12, Tegelen.
Ir. B.J.P. van der Peet, Zilkerduinweg 361, De Zilk.
Ir. A.F. van Veen, 61 Thomas St, Stokes Valley, Nieuw Zeeland.
Ir. R.N.J. Veldhuis, Staringstraat 15, Eindhoven.
Ir. J.J. de Waal, Bussummerweg 1, Blaricum.

Overleden

Ir. H.G. Bruijning, Clervauxlaan 12, Eindhoven.
Ir. F.C. van Looij, Orionlaan 125, Hilversum.
Dr.ir. H. Rinia, Irenelaan 9, flat C2, Aalst Waalre.

Conferentieaankondigingen.

Photoelectronic Imaging. 10-11 sept. 1985.
IEE London*

Eerste Europees Congres over vermogenselektronica en toepassingen. 16-18 oktober 1985 te Brussel.
Contactadres: K.VIV; Epe-Conference; Jan van Rijswijcklaan 58; B-2018-Antwerpen.Tel.03 2160996

MTTS 85. International conference on measurements for telecommunication transmission systems - MTTS 85, 27-28 nov. 1985. IEE London*

Electric and magnetic fields in medicine and biology, 4-5 december 1985. IEE London*

Speech input/output; techniques and applications. 24-26 maart 1986; The institute of Education, 20 Bedford Way London WCI, UK. Contactadres*

Rel-Con Europe '86. European Reliability Conference, 16-20 June 1986. Copenhagen.
Contactadres: Danish Engineers' Post-graduate Institute; The Technical University of Denmark; Bldg 208; Box 326; DK-2800 Lyngby; Denmark.

Second international conference on power system monitoring and control, 24-26 June 1986.
University of Durham U.K. Contactadres*

* Conference Services IEE
Savoy Place
London WC2R OBL
U.K.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 50 - nr. 4 - 1985

druk: de Witte Eindhoven